This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

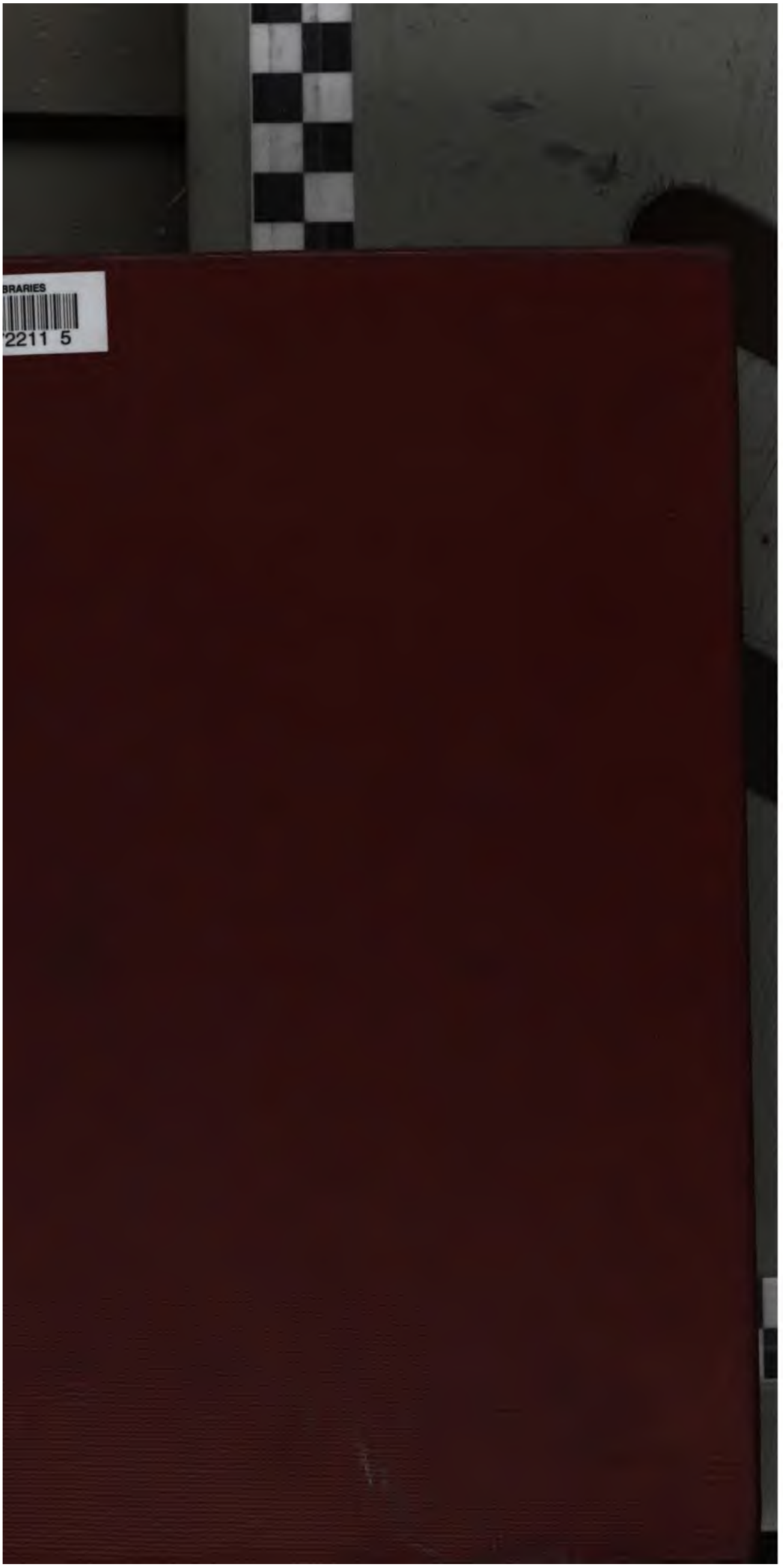
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.


BRARIES
2211 5

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

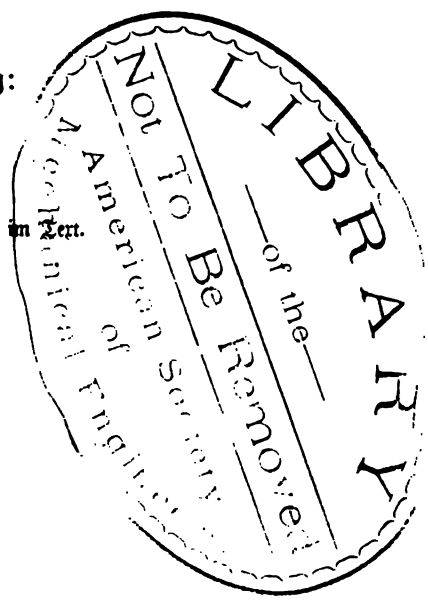
im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Vierzehnter Jahrgang:

1896.

Mit zwölf Tafeln und Abbildungen im Text.



Berlin.
Verlag von Julius Springer
1896.

400949A

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
400948A
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1928 L

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

Inhalts-Verzeichniß.

Seite

Bekanntmachungen 1. 241

Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Etatsjahre 1895/96 242

Ergebnisse der Untersuchungen von zersprungenen eisernen Flaschen für die Aufbewahrung von Wasserstoffgas. Vom Direktor Professor A. Martens 2

Untersuchung über den Einfluß des Hitzegrades beim Auswalzen auf die Festigkeitseigenschaften und das mikroskopische Gefüge von Flußeisenschienen. Vom Direktor Professor A. Martens 89

Ueber den Einfluß der Körperform auf die Ergebnisse von Druckversuchen. Vom Direktor Professor A. Martens 133

Ueber unsachgemäße Ausführung von Zerreiß- und Biegeproben. Vom stellvertr. Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung Professor M. Rudeloff 151

Eisen-Nickel-Legirungen. Vom Assistenten E. Rasch 222

Ueber Ziegelprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary 63

Vergleichende Untersuchungen mit preußischen Normalsanden von Freienwalde. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary 103

Die Geräthe und Verfahren für die Prüfung von Portland-Cement in der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary 155

Traßprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary 193

Cementuntersuchungen aus den Betriebsjahren 1893/94 bis 1895/96. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary 256

Sand- und Cementsiebe. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary 294

Vorbereitung von Papier für mikroskopische Zwecke. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 37

Erfahrungen einer Reihe von Behörden mit den aus dem Publikum eingehenden Schriftstücken. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 42

Löschpapiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 46

Kleine Mittheilungen. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.

1. Papierprüfung in Frankreich 87
2. Japanisches Papier 87
3. Holzschliffknötchen 88

Kopirseidenpapier 119

Festigkeit des Papiers 119

Beanstandete Lieferungen 120

Normalpapiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 1
Normalpapierpreise. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 2
Verschiedene Mahlungszustände von Papierfasern. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 3
Ueber die Veränderung der Leimung im Papier unter dem Einfluß von Sonnenlicht. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 3
Die Verseifbarkeit und die Verseifungszahl flüssiger Fette. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde . .
Veränderungen des Erstarrungsvermögens von Mineralölen. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde . 1
Der Einfluß des Ringbrenners auf die Erwärmung des Oeles beim Englerschen Apparat. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde und Assistenten Dr. Schwarz 1
Die quantitative Bestimmung des Paraffins in den hochsiedenden Destillationsprodukten des Rohpetroleums. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde 2
Neuere Erfahrungen in der Oelprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde 2
Der Wallersche Jodüberträger zur Bestimmung der Hüblschen Jodzahl. Vom Assistenten R. Pelgry . 3
Frühere Jahrgänge der „Mittheilungen“ 1

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XIV. Jahrgang. **1896.** Erstes Heft.

Bekanntmachung.

Die Herren Minister für Handel und Gewerbe, der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten und für öffentliche Arbeiten haben mittelst Erlasses vom 3. Dezember 1895

A. 4463 M. f. H. u. G.
U. I 23288 T. M. d. g. A.
III 24893
I a. D. 13385 } M. d. ö. A.

für den verstorbenen Königlichen Geheimen Ober-Regierungsrath Mosler den Königlichen Ober-Bergrath Herrn Dr. Fuhrmann zum Mitgliede der unterzeichneten Kommission ernannt.

Berlin, den 28. Dezember 1895.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.

Schultz.

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Vierzehnter Jahrgang:

1896.

Mit zwölf Tafeln und Abbildungen im Text.

LIBRARY
—of the—
Not To Be Removed
American Society
of
Mechanical Engineers

Berlin.
Verlag von Julius Springer
1896.

400949A

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
400948A
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1928 L

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

Inhalts-Verzeichniß.

Bekanntmachungen 1

Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Etatsjahre 1895/96 . . .

Ergebnisse der Untersuchungen von zersprungenen eisernen Flaschen für die Aufbewahrung von Wasserstoffgas Vom Direktor Professor A. Martens . . . . . .

Untersuchung über den Einfluß des Hitzegrades beim Auswalzen auf die Festigkeitseigenschaften und da mikroskopische Gefüge von Flußeisenschienen. Vom Direktor Professor A. Martens . . . .

Ueber den Einfluß der Körperform auf die Ergebnisse von Druckversuchen. Vom Direktor Professo A. Martens . . . . . .

Ueber unsachgemäße Ausführung von Zerreiß- und Biegeproben. Vom stellvertr. Direktor und Vorsteh der Abtheilung für Metallprüfung Professor M. Rudeloff . . . . . .

Eisen-Nickel-Legirungen. Vom Assistenten E. Rasch . . . . . .

Ueber Ziegelprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary . . . . . .

Vergleichende Untersuchungen mit preußischen Normalsanden von Freienwalde. Vom Abtheilungsvorsteh M. Gary . . . . . .

Die Geräthe und Verfahren für die Prüfung von Portland-Cement in der Königlichen mechanisch-technische Versuchsanstalt. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary . . . . . .

Traßprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary . . . . . .

Cementuntersuchungen aus den Betriebsjahren 1893/94 bis 1895/96. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gar

Sand- und Cementsiebe. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary . . . . . .

Vorbereitung von Papier für mikroskopische Zwecke. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg . . .

Erfahrungen einer Reihe von Behörden mit den aus dem Publikum eingehenden Schriftstücken. Von Abtheilungsvorsteher W. Herzberg . . . . . .

Löschpapiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg . . . . . .

Kleine Mittheilungen. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.

1. Papierprüfung in Frankreich . . . . . .
2. Japanisches Papier . . . . . .
3. Holzschliffknötchen . . . . . .

Kopirseidenpapier . . . . . .

Festigkeit des Papiers . . . . . .

Beanstandete Lieferungen . . . . . .

Normalpapiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 123
Normalpapierpreise. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 237
Verschiedene Mahlungszustände von Papierfasern. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 306
Ueber die Veränderung der Leimung im Papier unter dem Einfluß von Sonnenlicht. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg 309
Die Verseifbarkeit und die Verseifungszahl flüssiger Fette. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde . . 82
Veränderungen des Erstarrungsvermögens von Mineralölen. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde . 113
Der Einfluß des Ringbrenners auf die Erwärmung des Oeles beim Englerschen Apparat. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde und Assistenten Dr. Schwarz 117
Die quantitative Bestimmung des Paraffins in den hochsiedenden Destillationsprodukten des Rohpetroleums. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde 211
Neuere Erfahrungen in der Oelprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde 229
Der Wallersche Jodüberträger zur Bestimmung der Hüblschen Jodzahl. Vom Assistenten R. Pelgry . 316
Frühere Jahrgänge der „Mittheilungen“ 192

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XIV. Jahrgang. **1896.** Erstes Heft.

Bekanntmachung.

Die Herren Minister für Handel und Gewerbe, der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten und für öffentliche Arbeiten haben mittelst Erlasses vom 3. Dezember 1895

A. 4463 M. f. H. u. G.
U. I 23288 T. M. d. g. A.
III 24893
I a. D. 13385 } M. d. ö. A.

für den verstorbenen Königlichen Geheimen Ober-Regierungsrath Mosler den Königlichen Ober-Bergrath Herrn Dr. Fuhrmann zum Mitgliede der unterzeichneten Kommission ernannt.

Berlin, den 28. Dezember 1895.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.

Schultz.

1. Ergebnisse der Untersuchungen von zersprungenen eisernen Flaschen für die Aufbewahrung von Wasserstoffgas.

Vom Direktor, Professor A. Martens.

Die Königliche Luftschiffer-Abtheilung in Berlin beauftragte die Versuchsanstalt im Juni 1894 mit der eingehenden Prüfung des Materials von eisernen Behältern (Flaschen) die zur Aufbewahrung von Wasserstoffgas benutzt waren und von denen eine große Anzahl durch eine Explosion, deren Ursache nicht aufgeklärt werden konnte, zerstört worden war. Zugleich wurde ein Gutachten darüber erbeten, in welcher Weise eine größere Sicherung für die Zukunft, unter Wahrung der Interessen des Luftschifferdienstes, etwa durch die Lieferungsvorschriften und die Materialienkontrole gewonnen werden könne. In Nachstehendem werden mit Genehmigung der Militärbehörde, unter Fortlassung aller Angaben über den Ursprung der Materialien und geringfügiger Kürzung der Tabellen, die Versuchsergebnisse und das abgegebene Gutachten vom 5. September 1884 veröffentlicht.

I. Die Probenentnahme.

Die zur Untersuchung herangezogenen Flaschen und einzelnen größeren Bruchstücke wurden durch den Autor und seinen Vertreter, den Abtheilungsvorsteher Professor Rudeloff[1]), aus einer großen Zahl zerstörter Flaschen ausgewählt, die auf dem Uebungsplatz der Luftschiffer-Abtheilung, nach dem Ursprung des Materials geordnet, bereit gelegt waren. Die ausgewählten Proben wurden sofort durch Kreideschrift mit dem Gruppenzeichen M, R oder E versehen und bis zur Ueberführung an die Versuchsanstalt bei Seite gelegt.

Bei der Auswahl wurde darauf Bedacht genommen, daß von den drei Gruppen verschiedenen Ursprunges immer

1. eine Flasche, welche bei der Explosion zwar deformirt aber unversehrt geblieben war,
2. Bruchstücke sowohl aus den Kopfenden, als auch aus den Fußenden der Flaschen zur Entnahme der Probestücke verfügbar waren.
3. Ferner wurden noch einige Bruchstücke mit besonders auffälligen Bruchercheinungen ausgewählt. Unter diesen Erscheinungen sind zu erwähnen: bei den Flaschen der Gruppe M der wellenförmige Verlauf des Bruches, wie er bei dem Bruchstück 3 Fig. 1 Tab. I zu Tage tritt; bei den Flaschen der Gruppe R Bruchränder mit blätterigem Gefüge und bei den Flaschen der Gruppe E ebenfalls blätterige Bruchränder und zahlreiche parallele Längsrisse, wie sie an den Bruchstücken 2 und 5 (Fig. 3) besonders deutlich zu erkennen waren.

Die Entnahme der Probestücke für die Zug- und Biegeversuche und ihre Bezeichnung erfolgte nach den in der folgenden Tabelle enthaltenen Grundsätzen. Die Probestäbe sind mit dem Gruppenzeichen M, R oder E, mit den Flaschennummern und mit großen lateinischen Buchstaben gezeichnet, wodurch ihre Lage (Kopf oder Fuß der Flasche) angegeben ist.

---

[1]) Die Ergebnisse der Untersuchungen von Kohlensäureflaschen sind vom Professor Rudeloff in „Mittheilungen" 1894 S. 206 veröffentlicht worden.

toff-Flaschen.

uchproben benutzt.)

Fig. 23.

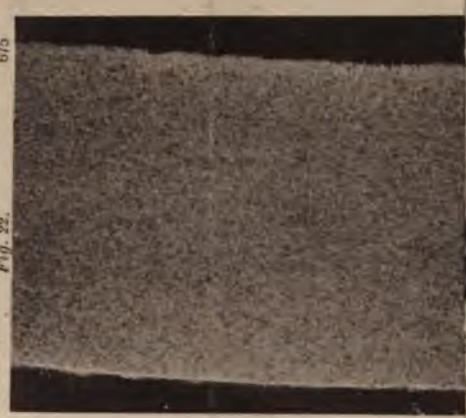


Fig. 22.

Längs- und Querschliffe (vergl. Fig. 12, Taf. II.).

Fig. 19.

Schliff 4. E 0 5. V = 10

Fig.

Schliff 5. E 0 5. V = 10

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

20

V = 1

34

Fig. 12. 22

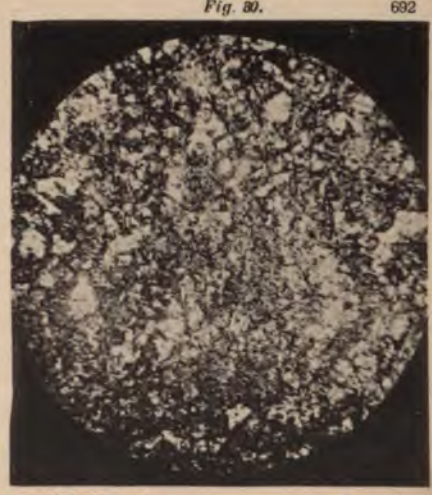
V = 1,23

Quer- und Längsschliffe (in Aether-Alkohol mit Salpetersäure geätzt; die Zeichen beziehen sich auf Fig. 4—11 im Text).

Fig. 29. 693

Schliff 5. EO5. V = 100

Fig. 30. 692



Schliff 13. RO4. V = 100

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

AND

Tabelle 1.
Plan für die Probenentnahme und Probenbezeichnung.

Gruppenzeichen und Flaschen-Nr.	Für Zugproben.												Für Biegeproben.											
	Aus dem Kopf						Aus dem Fuß						Aus dem Kopf						Aus dem Fuß					
	längs			quer			längs			quer			längs			quer			längs			quer		
	ursprünglich	geglüht	gehärtet	ursprünglich	geglüht	gehärtet	ursprünglich	geglüht	gehärtet	ursprünglich	geglüht	gehärtet	ursprünglich	geglüht	gehärtet	ursprünglich	geglüht	gehärtet	ursprünglich	geglüht	gehärtet	ursprünglich	geglüht	gehärtet
M. 1	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
M. 2	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
M. 3	A	B	C	D	E	F	—	—	—	—	—	—	A	B	C	D	E	F	—	—	—	—	—	—
E. 1	—	—	—	—	—	—	G	H	J	K	L	M	—	—	—	—	—	—	G	H	J	K	L	M
E. 2	—	B	C	—	E	F	—	—	—	—	—	—	—	B	C	—	E	F	—	—	—	—	—	—
E. 3	—	B	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E. 4	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
E. 5	—	B	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E. 6	—	—	—	—	—	—	G	H	J	K	L	M	—	—	—	—	—	—	G	H	J	K	L	M
R. 1	—	—	—	—	—	—	G	H	J	K	L	M	—	—	—	—	—	—	G	H	J	K	L	M
R. 2	A	B	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A	B	C	D	E	F	—	—	—	—	—	—
R. 3	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
R. 4	A	B	C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	A	B	C	D	E	F	—	—	—	—	—	—
R. 5	A	B	C	D	E	—	—	—	—	—	—	—	A	B	C	D	E	F	—	—	—	—	—	—

Die Entnahme und Bezeichnung der Proben für die mikroskopische Untersuchung erfolgte nach Maßgabe der folgenden Skizzen aus den durch Gruppenzeichen und Nummer angedeuteten Flaschen. Die gegenseitige Lage der Proben in den einzelnen Stücken ist durch die eingeschlagenen Körnerpunkte gekennzeichnet (vergl. Fig. 4 bis 11); außerdem wurden in den Proben die in die Skizzen eingetragenen Zeichen eingeschlagen.

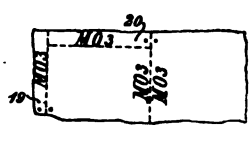


Fig. 4.

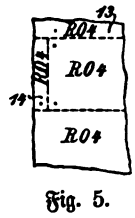


Fig. 5.

Aus Gruppe M Flasche 3 wurden entnommen nach Fig. 4 die Stücke 19 und 20.

Aus Gruppe R Flaschen 4 und 6 wurden entnommen nach Fig. 5 bis 7 die Stücke 13 bis 18.

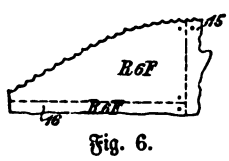


Fig. 6.

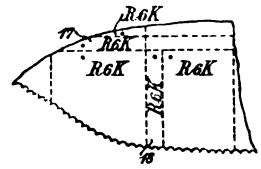


Fig. 7.

Aus Gruppe E Flaschen 4 und 5 wurden entnommen nach Fig. 8 bis 11 die Stücke 1 bis 12. Die übrigen Stücke aus dem Abschnitt E 05 Fig. 8 sind zu den in der Fig. 8 angegebenen Versuchen verwendet worden.

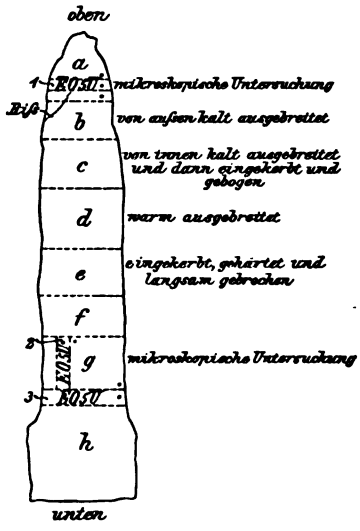


Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

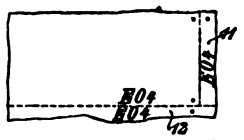


Fig. 11.

In den nachfolgenden Tabellen und Erläuterungen wurden die Proben für die mikroskopische Untersuchung der Einfachheit wegen nur mit den neben die Skizzen geschriebenen laufenden Nummern bezeichnet; man kann ihre Lage und fernere Bezeichnung leicht in den Figuren nachsehen.

II. Die Versuchsausführung.

A. Die Zerreißversuche mit den Proben im ursprünglichen und geglühten Zustande sind auf der Werdermaschine, diejenigen mit den gehärteten Proben auf der 50 Tonnen-Pohlmeyermaschine ausgeführt. Bei den Proben im ursprünglichen und geglühten Zustande wurden Feinmessungen vorgenommen; bei den gehärteten Proben mußten die Feinmessungen wegen der Gefahr für die Meßinstrumente unterbleiben.

Die Werdermaschine ist in dem Werke: „Instrumente zum Messen der Gestaltsveränderungen der Probekörper, konstruirt von J. Bauschinger, München 1882" beschrieben. Sie wird wie alle anderen Maschinen der Versuchsanstalt, einer häufigen Kontrole unterzogen

und in einem solchen Zustande erhalten, daß die Versuchsanstalt die Richtigkeit ihrer Kraftangaben mit einer äußersten Fehlergrenze von ± 0,01 gewährleisten kann; der Genauigkeitsgrad ist in der Regel größer.

Die Dehnungsmessungen geschahen mit Hülfe der Spiegelapparate von Martens (siehe Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1890 S. 1006, 1895 S. 1482). Diese Instrumente gestatten die Längendehnungen des Probestabes bis auf Größen von der Ordnung 0,0001 mm mit Fehlergrenzen von etwa ± 0,00015 mm zu schätzen. Der Genauigkeitsgrad dürfte durchschnittlich in den Grenzen von ± 0,005 der gemessenen Größe liegen, ist also dem Genauigkeitsgrade der Maschine und den praktischen Bedürfnissen des Materialprüfungswesens entsprechend.

Die 50 Tonnen-Pohlmeyermaschine (die Beschreibung der allgemeinen Konstruktion findet sich in „Stahl und Eisen" 1881 S. 236. Die Maschinen der Anstalt sind aber durch letztere sehr wesentlich vervollkommnet worden) hat ausreichende Empfindlichkeit. Sie gestattet die Ablesung der Kraft bis auf 20 kg (bei Schätzung bis auf 2 kg) und hat einen Reibungswiderstand, der bis zu 10 Tonnen Kraftäußerung sicher innerhalb der Grenzen ± 5 kg bleibt. Der Genauigkeitsgrad wird, wie schon gesagt, häufig festgestellt und innerhalb der Grenzen von ± 0,01 erhalten; er ist in der Regel größer.

B. Die Biegeversuche sind mittelst der Presse unter Benutzung eines Dornes von 8 mm Radius und bei einer Freilage von 115 bis 140 mm ausgeführt. Die Probenbreite war gleich der dreifachen Probendicke; die Kanten waren abgerundet.

C. Die Ausbreite- und Bruch-Proben wurden mit den Schenkeln der Biegeproben angestellt, die nöthigenfalls hierfür zerschnitten wurden. Für die Bruchproben wurden die Stücke vorher mit dem Meißel etwa 1 mm tief eingekerbt und dann mit leichten Hammerschlägen langsam gebrochen, um zu sehen, ob das Material zum Aufsplittern neigt.

D. Die Analysen wurden von der Königlichen chemisch-technischen Versuchsanstalt ausgeführt, wozu ihr 10 Proben aus den Flaschen M 2 u. 3, R 2 bis 6 und E 1, 4 u. 5 zur Verfügung gestellt wurden.

E. Die für die mikroskopischen Untersuchungen entnommenen Probestücke wurden mit ebenen, fein polirten Flächen versehen, die dann mit Salpetersäure in einem Gemisch von Aether und Alkohol geätzt wurden.

Die geätzten Schliffe wurden zunächst der mikroskopischen Untersuchung unterzogen und dann mit dem mikrophotographischen Apparat von Martens nach dem in den „Mittheilungen" 1891 S. 278 Taf. IV beschriebenen Verfahren die mikroskopischen Lichtbilder Taf. 4 bis 9 hergestellt.

III. Die Versuchs-

1. Ergebnisse der Versuche

Vorbemerkung. In den nachfolgenden Tabellen sind die Zahlen, die nicht als völlig zuverlässig erachtet werden Mittelbildung und Materialbeurtheilung nicht benutzt werden dürfen, in ( ) gesetzt. Z. B. sind die

Versuchs-Nr.	Bezeichnung des Stabes, Materialzustand	Ursprüngliche Abmessungen: Breite mm	Durchmesser oder Dicke mm	Querschnitt qmm	Länge der Theilung mm	Proportionalitätsgrenze: Spannung kg/qmm	Elastizitätsmodul kg/qmm	Streckgrenze: Spannung kg/qmm	Bruchgrenze: Spannung kg/qmm
1 Aus dem Kopf der Flasche Längsproben	M. 1. A. ursprünglich	20,5	6,7	137,4	120	18,2	20900	43,7 50,9	69,1
2	M. 1. B. geglüht	20,6	6,7	138,0	110	14,5	20050	36,2 39,1	64,1
3	M. 1. C. gehärtet	20,8	7,0	145,6	100	—	—	—	(74,2)
4 Aus dem Kopf der Flasche Querproben	M. 1. D. ursprünglich	18,8	7,0	131,6	110	11,4	20800	41,8 49,4	69,5
5	M. 1. E. geglüht	21,0	6,9	144,9	110	27,6	20800	38,0 42,8	65,6
6	M. 1. F. gehärtet	20,3	7,4	150,2	100	—	—	—	(83,2)
7 Aus dem Fuß der Flasche Längsproben	M. 1. G. ursprünglich	20,7	7,0	144,9	120	20,7	21750	38,0 44,9	68,3
8	M. 1. H. geglüht	21,0	7,3	153,3	110	16,3 29,4	19900 19250	35,9 40,4	63,6
9	M. 1. J. gehärtet	20,3	7,8	158,3	100	—	—	—	(91,6)
10 Aus dem Fuß der Flasche Querproben	M. 1. K. ursprünglich	18,8	7,6	142,9	110	17,5	20300	42,0 49,0	66,8
11	M. 1. L. geglüht	20,4	7,6	155,0	110	22,6	20200	38,7 40,6	65,5
12	M. 1. M. gehärtet	21,1	8,0	168,8	100	—	—	—	(87,4)
13 Aus dem Kopf der Flasche Längsproben	M. 2. A. ursprünglich	19,4	6,8	131,9	110	19,0	20300	41,7 44,7	64,4
14	M. 2. B. geglüht	20,4	7,0	142,8	110	14,0	18700	42,0 44,8	62,0
15	M. 2. C. gehärtet	20,7	7,8	161,5	100	—	—	—	99,1
16 Aus dem Kopf der Flasche Querproben	M. 2. D. ursprünglich	19,0	6,5	123,5	110	16,2	22900	44,5 51,8	65,6
17	M. 2. E. geglüht	20,7	6,6	136,6	110	25,6	21450	43,9 46,9	61,1
18	M. 2. F. gehärtet	20,2	7,1	143,4	100	—	—	—	73,9

Ergebniſſe.

auf Zugfeſtigkeit.

können, in [ ], diejenigen Zahlen, die als unzuverläſſig erachtet werden müſſen, oder aus anderen Gründen zur Zahlen für die Dehnung in ( ) geſetzt, wenn der Stab außerhalb der Theilung riß.

Mittlere Entfernung der Bruchſtelle von der nächſten Endmarke mm	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm je 50 mm von der Bruchſtelle %	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm %	Querſchnittsverminderung %	Angaben über das Ausſehen der Bruchfläche	Angaben über das Ausſehen der Oberfläche nach dem Bruch
2	—	10,7	47,1	mattgrau, feinſchuppig, ausgeprägter Trichter	kriſpelig
10	17,4	15,5	48,8	desgl., geſchichtet	desgl.
—	Im Kopf —	geriſſen (0,0)	—	hellgrau, ſehr feinkörnig, dicht, eben	unverändert
5	—	12,0	32,4	Kern feinkörnig, kryſtalliniſch glänzend, Schmalſeiten mattgrau, feinſchuppig, Trichterrand	kriſpelig
5	—	14,5	32,4	desgl.	ſchwach kriſpelig
—	Im Kopf —	geriſſen (0,0)	—	wie Nr. 3	wie Nr. 3
10	—	19,3	47,3	wie Nr. 1; mattgrau, feinſchuppig, ausgeprägter Trichter	wie Nr. 1; kriſpelig
10	18,8	18,1	48,1	desgl.	desgl.
—	Im Kopf —	geriſſen (0,0)	—	wie Nr. 3; hellgrau, ſehr feinkörnig, dicht, eben	wie Nr. 3; unverändert
10	—	14,1	44,2	mattgrau, feinſchuppig mit feinkörniger glänzender Stelle, uneben, Trichterrand	kriſpelig
10	17,9	15,9	41,1	mattgrau, feinſchuppig mit hellglänzenden Punkten, Trichterrand	desgl.
—	Im Kopf —	geriſſen (0,0)	—	wie Nr. 3; hellgrau, ſehr feinkörnig, dicht, eben	wie Nr. 3; unverändert
10	19,0	17,5	43,9	mattgrau, ſehr feinkörnig bis feinſchuppig, Trichter; Taf. II. Fig. 31. 1.	faſt unverändert
10	20,4	19,5	49,6	wie Nr. 13; vollſtändiger Trichter; Taf. II. Fig. 31. 5.	unverändert
30	0,9	0,8	9,4	wie Nr. 3; hellgrau, ſehr feinkörnig, dicht, eben; Taf. II. Fig. 31. 9.	desgl.
15	6,4	6,3	16,8	mattgrau, feinſchuppig, uneben; Taf. II Fig. 31. 2.	unverändert
50	9,9	9,9	12,4	theils ſehr feinkörnig, kryſtalliniſch glänzend, theils feinſchuppig matt; Taf. II. Fig. 31. 6.	desgl.
30	0,9	0,8	3,3	wie Nr. 3; hellgrau, ſehr feinkörnig, dicht, eben; Taf. II. Fig. 31. 10.	desgl.

Verſuchs-Nr.		Bezeichnung des Stabes, Materialzuſtand	Urſprüngliche Abmeſſungen: Breite mm	Durchmeſſer oder Dicke mm	Querſchnitt qmm	Länge der Theilung mm	Proportionalitätsgrenze: Spannung kg/qmm	Elaſtizitätsmodul kg/qmm	Streckgrenze: Spannung kg/qmm	Bruchgrenze: Spannung kg/qmm
19	Aus dem Fuß der Flaſche Längsproben	M. 2. G. urſprünglich	20,3	7,2	146,2	120	23,9	19750	41,0 47,9	65,7
20		M. 2. H. geglüht	20,4	7,2	146,9	110	17,0	21100	37,4 43,6	63,0
21		M. 2. J. gehärtet	19,5	7,2	140,4	100	—	—	—	104,7
22	Aus dem Fuß der Flaſche Querproben	M. 2. K. urſprünglich	19,1	6,6	126,1	110	19,8	19350	35,7 44,4	52,7
23		M. 2. L. geglüht	20,0	6,8	136,0	110	18,4	20850	40,4 43,4	57,4
24		M. 2. M. gehärtet	20,0	6,9	138,0	100	—	—	—	(51,8)
25	Aus dem Kopf der Flaſche Längsproben	M. 3. A. urſprünglich	19,7	6,8	134,0	110	18,7	18450	33,6 48,5	90,7
26		M. 3. B. geglüht	20,0	6,7	134,0	110	(22,4)	(19450)	50,0	63,4
27		M. 3. C. gehärtet	19,5	7,0	136,5	100	—	—	—	(101,1)
28	Aus dem Kopf der Flaſche Querproben	M. 3. D. urſprünglich	19,2	6,2	119,0	110	12,6	22800	54,6 58,0	74,4
29		M. 3. E. geglüht	21,3	6,7	142,7	110	17,5	20900	45,6 48,4	64,5
30		M. 3. F. gehärtet	20,0	7,3	146,0	100	—	—	—	46,6
31	Aus dem Fuß der Flaſche Längsproben	R. 1. G. urſprünglich	19,4	6,7	130,0	120	19,3	20800	53,8 61,5	82,3
32		R. 1. H. geglüht	19,2	6,8	130,6	110	15,3	20550	38,3 39,8	66,6
33		R. 1. J. gehärtet	19,5	7,1	138,5	100	—	—	—	75,5
34	Aus dem Fuß der Flaſche Querproben	R. 1. K. urſprünglich	19,8	6,7	132,7	120	19,0	18550	45,2 56,5	78,4
35		R. 1. L. geglüht	20,0	7,0	146,0	120	10,3	18850	27,4 33,6	55,5
36		R. 1. M. gehärtet	der Stab war beim Härten krumm geworden und zerbrach beim Richten							
37	Aus dem Kopf der Flaſche Längsproben	R. 2. B. geglüht	19,4	6,2	120,3	110	16,6	20600	33,3 36,6	55,3
38		R. 2. C. gehärtet	19,7	6,2	122,1	100	—	—	—	77,8

Mittlere Entfernung der Bruchstelle von der nächsten Endmarke mm	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm je 50 mm von der Bruchstelle %	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm %	Querschnittsverminderung %	Angaben über das Aussehen der Bruchfläche	Angaben über das Aussehen der Oberfläche nach dem Bruch
0	—	(9,7)	42,8	wie Nr. 13; mattgrau, sehr feinkörnig bis feinschuppig, Trichter; Taf. II. Fig. 31. 3.	fast unverändert
5	—	17,8	48,6	desgl. Taf. II. Fig. 31. 7.	unverändert
40	0,6	0,5	1,4	wie Nr. 3; hellgrau, sehr feinkörnig, dicht, eben; Taf. II. Fig. 31. 11.	desgl.
20	2,4	2,1	8,6	wie Nr. 16; mattgrau, feinschuppig, uneben; Taf. II. Fig. 31. 4.	unverändert
30	8,1	7,9	14,4	desgl. Taf. II. Fig. 31. 8.	desgl.
—	In der Hohlkehle gerissen —	(0,1)	—	wie Nr. 3; hellgrau, sehr feinkörnig, dicht, eben; Taf. II. Fig. 31. 12.	desgl.
20	14,5	13,6	25,1	mattgrau, sehr feinkörnig, eben, Bruchlinien, starker Trichterrand; Taf. II. Fig. 32. 1.	unverändert
40	20,0	20,6	52,2	mattgrau, sehr feinschuppig, blättrig, geschichtet, ausgeprägter Trichter; Taf. II. Fig. 32. 2.	schwach krispelig
—	In der Hohlkehle gerissen —	—	—	wie Nr. 3; hellgrau, sehr feinkörnig, dicht, eben; Taf. II. Fig. 32. 3.	unverändert
50	4,2	4,2	8,7	theils mattgrau, kurzschuppig, blättrig, geschichtet, theils sehr feinkörnig krystallinisch glänzend; Taf. II. Fig. 32. 4.	unverändert
50	11,5	11,5	30,2	mattgrau, feinschuppig, uneben; Taf. II. Fig. 32. 5.	desgl.
50	0,2	0,2	1,8	wie Nr. 3; hellgrau, sehr feinkörnig, dicht, eben; Taf. II. Fig. 32. 6.	desgl.
60	14,1	14,1	38,0	mattgrau, feinschuppig, an den Schmalseiten feinkörnig krystallinisch, Trichter	krispelig
10	23,1	21,0	36,3	mattgrau, feinschuppig, mit einer feinkörnigen glänzenden Stelle, starker Trichter	desgl.
20	0,2	0,2	1,4	wie Nr. 3; hellgrau, sehr feinkörnig, dicht, eben	unverändert
45	9,8	9,7	14,9	feinkörnig krystallinisch glänzend, Bruchlinien von einer mattgrauen kurzschuppigen Stelle ausgehend	krispelig
20	6,4	6,5	11,0	desgl.	desgl.
vor beendeter Bearbeitung				feinkörnig hellglänzend	—
40	18,8	18,4	49,4	wie Nr. 1; mattgrau, feinschuppig, ausgeprägter Trichter	krispelig
—	Bruch außerhalb der Theilung —	(0,3)	(7,9)	theils sehr feinkörnig, theils feinkörnig eben	unverändert

Versuchs-Nr.		Bezeichnung des Stabes, Materialzustand	Ursprüngliche Abmessungen: Breite mm	Durchmesser oder Dicke mm	Querschnitt qmm	Länge der Theilung mm	Proportionalitätsgrenze: Spannung kg/qmm	Elastizitätsmodul kg/qmm	Streckgrenze: Spannung kg/qmm	Bruchgrenze: Spannung kg/qmm
39	Aus dem Kopf der Flasche Querproben	R. 2. E. geglüht	20,0	5,3	106,0	120	14,2	18800	28,3 33,0	50,9
40		R. 2. F. gehärtet	20,1	5,3	106,5	100	—	—	—	80,6
41	Aus dem Kopf der Flasche Längsproben	R. 3. B. geglüht	20,0	6,4	128,0	110	nicht bestimmbar, weil Spiegelapparat versagte			62,9
42		R. 3. C. gehärtet	20,2	6,7	135,3	100	—	—	—	68,6
43	Aus dem Kopf der Flasche Längsproben	R. 4. A. ursprünglich	19,5	6,4	124,8	110	20,0	21350	52,1 60,1	86,5
44		R. 4. B. geglüht	20,1	6,4	128,6	120	23,3	19900	31,1 36,5	65,3
45		R. 4. C. gehärtet	21,0	6,6	138,6	100	—	—	—	(33,8)
46	Aus dem Kopf der Flasche Querproben	R. 4. D. ursprünglich	19,6	6,0	117,6	110	17,0	20650	46,8 50,2	74,8
47		R. 4. E. geglüht	19,1	6,2	118,4	120	(8,4)[1]	20000	33,8 37,2	63,3
48		R. 4. F. gehärtet	20,4	6,3	128,5	100	—	—	—	42,8
49	Aus dem Fuß der Flasche Längsproben	R. 4. G. ursprünglich	19,4	6,8	131,9	120	19,0	21150	56,9 64,5	83,4
50		R. 4. H. geglüht	20,6	6,8	140,1	120	17,8	20550	32,1 35,7	65,7
51		R. 4. J. gehärtet	20,5	7,2	147,6	100	—	—	—	33,5
52	Aus dem Fuß der Flasche Querproben	R. 4. K. ursprünglich	19,6	7,3	143,1	120	17,5	21450	52,4 62,9	84,2
53		R. 4. L. geglüht	18,8	7,4	139,1	120	14,4	19950	35,9 38,8	63,6
54		R. 4. M. gehärtet	20,3	7,2	146,2	100	—	—	—	(54,2)
55	Aus dem Kopf der Flasche Längsproben	R. 5. B. geglüht	19,7	7,2	141,8	110	24,7	21600	31,7 34,6	60,3
56		R. 5. C. gehärtet	20,0	7,2	144,0	100	—	—	—	42,5

[1]) Unsicher.

Mittlere Entfernung der Bruchſtelle von der nächſten Endmarke mm	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm je 50 mm von der Bruchſtelle %	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm %	Querſchnittsverminderung %	Angaben über das Ausſehen der: Bruchfläche	Angaben über das Ausſehen der: Oberfläche nach dem Bruch
40	17,8	18,2	32,3	theils feinkörnig kryſtalliniſch glänzend, theils feinſchuppig, Trichterbildung	ſchwach kriſpelig
Stab außerhalb der Theilung geriſſen					
—	—	(0,3)	—	wie Nr. 3; hellgrau, ſehr feinkörnig, dicht, eben	unverändert
40	20,1	20,1	44,3	wie Nr. 1; mattgrau, feinſchuppig, ausgeprägter Trichter, ſchief zur Achſe	kriſpelig
Außerhalb der Theilung geriſſen					
—	—	(0,1)	—	wie Nr. 3; hellgrau, ſehr feinkörnig, dicht, eben	unverändert
20	13,0	12,6	32,5	mattgrau, feinſchuppig, an den Schmalſeiten feinkörnig, kryſtalliniſch glänzend, Trichter; Taf. II. Fig. 31. 13.	ſchwach kriſpelig
20	21,1	21,1	35,8	desgl. Taf. II. Fig. 31. 17.	desgl.
In der Hohlkehle geriſſen					
—	—	(0,1)	—	wie Nr. 3; hellgrau, ſehr feinkörnig, dicht, eben; Taf. II. Fig. 31. 21.	unverändert
35	12,2	12,1	19,3	feinkörnig, kryſtalliniſch glänzend mit einer matten Stelle an einer Flachſeite, eben; Taf. II. Fig. 31. 14.	ſchwach kriſpelig
30	16,3	16,3	43,6	wie Nr. 43; Taf. II. Fig. 31. 18.	desgl.
Außerhalb der Theilung geriſſen					
—	—	(0,2)	(1,5)	feinkörnig eben Taf. II. Fig. 31. 22.	unverändert
20	12,8	12,2	36,9	wie Nr. 43; mattgrau, feinſchuppig, an den Schmalſeiten feinkörnig, kryſtalliniſch glänzend, Trichter; Taf. II. Fig. 31. 15.	ſchwach kriſpelig
Bruch in der letzten Theilmarke					
0	—	(16,0)	(39,9)	desgl. Taf. II. Fig. 31. 19.	desgl.
20	0,1	0,0	1,5	wie Nr. 38; theils ſehr feinkörnig, theils feinkörnig, eben; Taf. II. Fig. 31. 23.	unverändert
20	9,6	9,3	8,5	wie Nr. 34; feinkörnig kryſtalliniſch glänzend, Bruchlinien von einer mattgrauen kurzſchuppigen Stelle ausgehend; Taf. II. Fig. 31. 16.	kriſpelig
20	17,5	17,3	22,2	desgl. Taf. II. Fig. 31. 20.	desgl.
In der Hohlkehle geriſſen					
—	—	(0,4)	—	wie Nr. 3; hellgrau, ſehr feinkörnig, dicht, eben; Taf. II. Fig. 31. 24.	unverändert
30	19,5	19,2	38,7	wie Nr. 1; mattgrau, feinſchuppig, ausgeprägter Trichter	kriſpelig
20	0,1	0,1	0,0	wie Nr. 3; hellgrau, ſehr feinkörnig, dicht, eben	unverändert

Versuchs-Nr.		Bezeichnung des Stabes, Materialzustand	Ursprüngliche Abmessungen: Breite mm	Durchmesser oder Dicke mm	Querschnitt qmm	Länge der Theilung mm	Proportionalitätsgrenze: Spannung kg/qmm	Elastizitätsmodul kg/qmm	Streckgrenze: Spannung kg/qmm	Bruchgrenze: Spannung kg/qmm
57	Aus dem Fuß der Flasche Längsproben	R. 6. G. ursprünglich	19,7	6,4	126,1	120	(11,1) [1] (27,8)	20350 18900	59,4 67,4	83,7
58		R. 6. H. geglüht	18,9	6,4	121,0	110	28,9	20300	45,4 57,9	88,8
59		R. 6. J. gehärtet	20,0	6,4	128,0	100	—	—	—	— [2]
60	Aus dem Fuß der Flasche Längsproben	R. 6. K. ursprünglich	19,5	6,4	124,8	120	19,2	20050	57,7 64,1	86,5
61		R. 6. L. geglüht	19,1	6,4	122,2	110	16,4	21550	49,1 52,3	88,4
62		R. 6. M. gehärtet	20,2	6,4	129,3	100	—	—	—	(8,9)
63	Aus dem Fuß der Flasche Längsproben	E. 1. G. ursprünglich	20,9	7,8	163,0	120	15,3 [4] 27,6	19800 19100	55,2 59,5	60,1
64		E. 1. H. geglüht	21,3	7,6	161,9	110	(15,4) [5]	23250	24,7 25,9	39,8
65		E. 1. J. gehärtet	21,3	7,8	166,1	100	—	—	—	72,7
66	Aus dem Fuß der Flasche Querproben	E. 1. K. ursprünglich	20,3	7,7	156,3	110	kann wegen Ruckens in den Keilen nicht bestimmt werden		57,6	61,7
67		E. 1. L. geglüht	20,1	7,7	154,8	110	9,7	22600	27,8	42,6
68		E. 1. M. gehärtet	20,3	7,5	152,3	100	—	—	—	72,9
69	Aus dem Kopf der Flasche Längsproben	E. 3. A. ursprünglich	20,0	7,4	148,0	110	(13,5) [3] (37,2)	20800 19200	54,1 57,4	60,1
70		E. 3. B. geglüht	21,3	7,1	151,2	110	9,9	21700	29,8	47,9
71		E. 3. C. gehärtet	21,5	7,2	154,8	100	—	—	—	76,0
72	Aus dem Kopf der Flasche Querproben	E. 3. D. ursprünglich	19,8	7,0	138,6	110	21,6	17500	36,1 43,3	49,4
73		E. 3. E. geglüht	19,6	7,1	139,2	110	10,8	19850	29,5	45,6
74		E. 3. F. gehärtet	19,9	7,0	139,3	100	—	—	—	75,4

[1] Zwei Proportionalitätsgrenzen, aber beide unsicher.
[2] Der Stab zerbrach in drei Stücke.
[3] Die Theilmarken konnten wegen großer Härte des Stabes nicht eingeritzt werden, die mit Messingstift aufgerissenen Striche waren zu unscharf, um die vielleicht vorhandene geringe Dehnung messen zu können.

Mittlere Entfernung der Bruchstelle von der nächsten Endmarke mm	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm je 50 mm von der Bruchstelle %	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm %	Querschnittsverminderung %	Angaben über das Aussehen der: Bruchfläche	Angaben über das Aussehen der: Oberfläche nach dem Bruch
10	—	10,6	31,2	wie Nr. 55	krispelig
10	12,3	11,5	21,8	theils feinkörnig krystallinisch glänzend mit Bruchlinien, theils mattgrau kurzschuppig uneben, zackiger Trichterrand	desgl.
—	—	—	—	wie Nr. 36; feinkörnig, hellglänzend; Taf. II. Fig. 32. 7 u. 8.	unverändert
40	7,0	6,8	13,5	mattgrau, schuppig, schief zur Achse, blättrig	unverändert
20	14,2	13,5	32,3	Kern mattgrau schuppig, Schmalseiten feinkörnig krystallinisch glänzend, Trichterrand	krispelig
(20)	—[3])	—	—	Grobkörnig, hellglänzend (verbrannt)	unverändert
0	—	4,1	41,0	wie Nr. 1; mattgrau, feinschuppig, ausgeprägter Trichter	krispelig
50	30,5	30,5	54,4	desgl.; schief zur Achse	desgl.
10	11,4	8,7	26,4	wie Nr. 63	desgl.
10	2,3	2,1	5,0	2/3 feinkörnig, krystallinisch glänzend, 1/3 mattgrau feinschuppig	unverändert
10	17,4	15,6	21,6	mattgrau, blättrig geschichtet; Taf. II. Fig. 32. 32.	desgl. Taf. II. Fig. 32. 5.
Bruch in der Hohlkehle					
—	—	(0,6)	—	mattgrau, schuppig, uneben	desgl.
10	—	5,1	31,8	wie Nr. 1; mattgrau, feinschuppig, ausgeprägter Trichter	krispelig
30	25,8	25,3	34,4	desgl.	desgl.
35	4,1	3,9	8,7	mattgrau, feinschuppig bis körnig, Trichter	desgl.
20	12,9	12,0	28,4	mattgrau, schuppig, uneben, Trichterbildung	krispelig
10	23,5	21,6	34,0	desgl.	desgl.
Bruch außerhalb der Theilung					
—	—	(2,0)	(3,8)	feinkörnig, krystallinisch glänzend, dicht	desgl.

[2]) Zwei Proportionalitätsgrenzen.
[3]) Unsicher.
[9]) Zwei Proportionalitätsgrenzen, die erste unbestimmt.

Versuchs-Nr.	Herkunft	Bezeichnung der Stäbe, Materialzustand	Ursprüngliche Abmessungen: Breite mm	Durchmesser oder Dicke mm	Querschnitt qmm	Länge der Theilung mm	Proportionalitätsgrenze Spannung kg/qmm	Elasticitätsmodul kg/qmm	Streckgrenze Spannung kg/qmm	Bruchgrenze Spannung kg/qmm
57	Aus dem Fuß der Flasche Längsproben	E. 6. G. ursprünglich	19,7	6,4	126,1	120	22,1 [1] 27,8	20 350 18 900	58,4 67,4	83,7
58		E. 6. H. geglüht	18,9	6,4	121,0	110	25,5	20 300	45,4 57,9	86,8
59		E. 6. J. gehärtet	20,0	6,4	128,0	100	—	—	—	— [2]
60	Aus dem Fuß der Flasche Längsproben	E. 6. K. ursprünglich	19,5	6,4	124,8	120	19,2	20 050	57,7 64,1	86,5
61		E. 6. L. geglüht	19,1	6,4	122,2	110	16,4	21 550	49,1 52,3	88,4
62		E. 6. M. gehärtet	20,2	6,4	129,3	100	—	—	—	(8,9)
63	Aus dem Fuß der Flasche Längsproben	E. 1. G. ursprünglich	20,9	7,8	163,0	120	15,3 [1] 27,6	19 800 19 100	55,2 59,5	60,1
64		E. 1. H. geglüht	21,3	7,6	161,9	110	15,4 [3]	23 250	24,7 25,9	39,8
65		E. 1. J. gehärtet	21,3	7,8	166,1	100	—	—	—	72,7
66	Aus dem Fuß der Flasche Querproben	E. 1. K. ursprünglich	20,3	7,7	156,3	110	kann wegen Anliegens in den Rollen nicht bestimmt werden		57,6	61,7
67		E. 1. L. geglüht	20,1	7,7	154,8	110	9,7	22 600	27,8	42,6
68		E. 1. M. gehärtet	20,3	7,5	152,3	100	—	—	—	72,9
69	Aus dem Kopf der Flasche Längsproben	E. 3. A. ursprünglich	20,0	7,4	148,0	110	(15,5 [1]) (37,2)	20 800 19 300	54,1 57,4	60,1
70		E. 3. B. geglüht	21,3	7,1	151,2	110	9,9	21 700	29,8	47,9
71		E. 3. C. gehärtet	21,5	7,2	154,8	100	—	—	—	76,0
72	Aus dem Kopf der Flasche Querproben	E. 3. D. ursprünglich	19,8	7,0	138,6	110	21,6	17 500	36,1 43,3	49,4
73		E. 3. E. geglüht	19,6	7,1	139,2	110	10,8	19 850	29,5	45,6
74		E. 3. F. gehärtet	19,9	7,0	139,3	100	—	—	—	75,4

[1] Zwei Proportionalitätsgrenzen, aber beide unsicher.
[2] Der Stab zerbrach in drei Stücke.
[3] Die Theilmarken konnten wegen großer Härte des Stabes nicht eingeritzt werden, die mit Messingstift aufgerissenen Striche waren zu unscharf, um die vielleicht vorhandene geringe Dehnung messen zu können.

Mittlere Entfernung der Bruchſtelle von der nächſten Endmarke mm	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm je 50 mm von der Bruchſtelle %	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm %	Querſchnittsverminderung %	Angaben über das Ausſehen der: Bruchfläche	Angaben über das Ausſehen der: Oberfläche nach dem Bruch
10	—	10,6	31,2	wie Nr. 55	kriſpelig
10	12,3	11,5	21,8	theils feinkörnig kryſtalliniſch glänzend mit Bruchlinien, theils mattgrau kurzſchuppig uneben, zackiger Trichterrand	desgl.
—	—	—	—	wie Nr. 36; feinkörnig, hellglänzend; Taf. II. Fig. 32. 7 u. 8.	unverändert
40	7,0	6,8	13,5	mattgrau, ſchuppig, ſchief zur Achſe, blättrig	unverändert
20	14,2	13,5	32,3	Kern mattgrau ſchuppig, Schmalſeiten feinkörnig kryſtalliniſch glänzend, Trichterrand	kriſpelig
(20)	—[3])	—	—	Grobkörnig, hellglänzend (verbrannt)	unverändert
0	—	4,1	41,0	wie Nr. 1; mattgrau, feinſchuppig, ausgeprägter Trichter	kriſpelig
50	30,5	30,5	54,4	desgl.; ſchief zur Achſe	desgl.
10	11,4	8,7	26,4	wie Nr. 63	desgl.
10	2,3	2,1	5,0	2/3 feinkörnig, kryſtalliniſch glänzend, 1/3 mattgrau feinſchuppig	unverändert
10	17,4	15,6	21,6	mattgrau, blättrig geſchichtet; Taf. II. Fig. 32. 32.	desgl. Taf. II. Fig. 33. 5.
Bruch in der Hohlkehle					
—	—	(0,6)	—	mattgrau, ſchuppig, uneben	desgl.
10	—	5,1	31,8	wie Nr. 1; mattgrau, feinſchuppig, ausgeprägter Trichter	kriſpelig
30	25,8	25,3	34,4	desgl.	desgl.
35	4,1	3,9	8,7	mattgrau, feinſchuppig bis körnig, Trichter	desgl.
20	12,9	12,0	28,4	mattgrau, ſchuppig, uneben, Trichterbildung	kriſpelig
10	23,5	21,6	34,0	desgl.	desgl.
Bruch außerhalb der Theilung					
—	—	(2,0)	(3,8)	feinkörnig, kryſtalliniſch glänzend, dicht	desgl.

[2]) Zwei Proportionalitätsgrenzen.
[3]) Unſicher.
[4]) Zwei Proportionalitätsgrenzen, die erſte unbeſtimmt.

Versuchs-Nr.	Bezeichnung des Stabes, Materialsorte	Ursprüngliche Abmessungen: Breite mm	Durchmesser oder Dicke mm	Querschnitt qmm	Länge der Theilung mm	Proportionalitätsgrenze: Spannung kg/qmm	Elastizitätsmodul kg/qmm	Streckgrenze: Spannung kg/qmm	Bruchgrenze: Spannung kg/qmm
75	Aus dem Fuß der Flasche Längsproben: E. 3. G. ursprünglich	19,9	7,7	153,2	110	19,6	19800[1]	53,9 55,5	58,1
76	E. 3. H. geglüht	21,2	7,7	163,2	110	9,2	19450	29,4	46,9
77	E. 3. J. gehärtet	21,4	7,8	166,9	100	—	—	—	86,0
78	Aus dem Fuß der Flasche Querproben: E. 3. K. ursprünglich	20,3	7,4	150,2	110	—[2]	—	63,2 66,6	70,2
79	E. 3. L.	Bruch beim Richten in der Mitte quer durch, nachdem er fast vollständig gerad							
80	E. 3. M. gehärtet	19,8	7,5	148,5	100	—	—	—	(72,4)
81	Aus dem Kopf der Flasche Längsproben: E. 2. A. ursprünglich	19,7	7,2	141,8	110	17,6	18150	38,8 42,3	Bei 6500 k —
82	E. 2. B. geglüht	19,8	7,2	142,6	110	7,1[3] 21,0	20850 19500	26,8	43,7
83	E. 2. C. gehärtet	19,8	7,1	140,6	100	—	—	—	55,2
84	Aus dem Kopf der Flasche Längsproben: E. 4. A.	Riß beim Richten der Köpfe an beiden Enden de							
85	E. 4. B. geglüht	19,8	7,4	146,5	110	6,8	19400	23,2	42,7
86	E. 4. C. gehärtet	21,2	7,4	156,9	100	—	—	—	64,5
87	Aus dem Kopf der Flasche Längsproben: E. 5. A.	Riß beim Richten der Köpfe an dem einen Ende de							
88	E. 5. B. geglüht	19,6	7,7	150,9	110	6,6	20200	20,5	39,8
89	E. 5. C. gehärtet	19,8	7,8	154,4	100	—	—	—	58,5
90	Aus dem Kopf der Flasche Querproben: E. 5. D. ursprünglich	20,0	7,0	140,0	110	14,2	19800	35,7 42,9	45,0
91	E. 5. E. geglüht	20,0	7,0	140,0	110	10,7	21500	24,3	39,6

[1]) Unsicher wegen Rundens in den Keilen.
[2]) Wegen Rundens in den Keilen nicht bestimmbar.
[3]) Zwei Proportionalitätsgrenzen.

Mittlere Entfernung der Bruchſtelle von der nächſten Endmarke mm	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm je 50 mm von der Bruchſtelle %	Dehnung, bezogen auf eine Länge von: 100 mm %	Querſchnittsverminderung %	Angaben über das Ausſehen der Bruchfläche	Angaben über das Ausſehen der Oberfläche nach dem Bruch
5	—	4,9	37,1	wie Nr. 1; mattgrau, feinſchuppig, ausgeprägter Trichter; Taf. II. Fig. 31. 27.	kriſpelig
20	27,3	26,5	52,3	desgl.; Taf. II. Fig. 31. 31.	desgl.
30	3,9	3,8	14,9	wie Nr. 71; mattgrau, feinſchuppig bis körnig, Trichter; Taf. II. Fig. 31. 35.	desgl.
10	4,3	3,5	9,1	Feinkörnig, kryſtalliniſch glänzend, mattgraue feinſchuppige Stelle an einer Kante; Taf. II. Fig. 31. 28.	kriſpelig
war; Gefüge uneben, blättrig				—	—
—	Am Kopf geriſſen —	(0,4)	—	wie Nr. 67; mattgrau, blättrig, geſchichtet, Trichterrand Taf. II. Fig. 31. 36.	kriſpelig
reißt der Stab am Kopf ein; ein Riß war ſchon vor dem Verſuch zu ſehen					
—	—	(0,3)	—	—	— Taf. 11. Fig. 33. 1.
40	18,6	18,6	43,2	wie Nr. 1; mattgrau, feinſchuppig, ausgeprägter Trichter; Taf. II. Fig. 32. 9.	kriſpelig Taf. 11. Fig. 33. 4.
5	—	1,5	11,7	a) hellgrau glänzend, feinkörnig kryſtalliniſch; b) mattgrau feinſchuppig bis feinkörnig; Taf. II. Fig. 32. 10.	desgl.
Länge nach auf				—	—
40	21,7	21,7	44,3	wie Nr. 1; mattgrau, feinſchuppig, ausgeprägter Trichter, ſchief zur Achſe	kriſpelig
0	—	4,6	16,3	desgl., am Rand eine kleine Fehlſtelle	unverändert
Länge nach auf				—	—
50	29,2	29,2	35,2	riſſig (blättrig, ſchief zur Achſe)	kriſpelig Taf. II. Fig. 33. 2.
50	6,9	6,9	17,7	hellmattgrau, ſchuppig, geſchichtet mit Querriſſen	ſchwach kriſpelig
40	7,5	7,5	21,1	mattgrau, kurzſchuppig, blättrig, geſchichtet, Trichterbildung	desgl.
10	14,2	13,8	22,0	mattgrau, ſchiefrig	desgl. Taf. II. Fig. 33. 3.

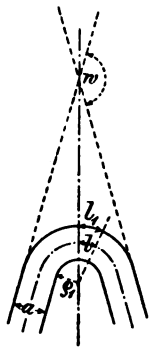


Fig. 34.

2. Ergebnisse

Die Beurtheilung der Ergebnisse der Biegeproben geschieht in erster Linie nach der kleinsten Krümmung, welche die neutrale Faserschicht im Augenblick des Eintretens der ersten Risse (Anbrüche) hat.

In Fig. 34 bedeutet: a die Blechdicke, ϱ_1 der kleinste Krümmungsradius, gemessen an der Innenseite des gebogenen Stückes. Dann ist der Krümmungsradius der neutralen Faser

$$\varrho = \varrho_1 + \frac{a}{2} \quad \text{und nach Fig. 34} \quad l_1 : l = \varrho + \frac{a}{2} : \varrho$$

Biegeversuche mit Flachstäben aus den mit Längsproben.

Bezeichnung der Probe	Zustand	Abmessungen: Dicke a mm	Abmessungen: Breite b mm	Biegungswinkel W°	Radius der neutralen Faser ϱ mm	Biegegröße $Bg = 50\frac{a}{\varrho}$	Bemerkungen
1 A	ursprünglich	10,0	28	180	9,0	56	Zahlreiche feine Risse.
2 A		7,0	25	180	7,5	47	desgl.
3 A		7,5	25	180	10,8	35	Bruch; Bruchfläche: weißglänzend, körnig, krystallinisch.
1 G		6,5	32	180	7,3	45	Grober Riß.
2 G		7,0	23	180	5,5	64	Zahlreiche feine Risse.
1 B	geglüht	8,5	28	112	16,3	26	Feiner Riß.
2 B		6,0	25	160	16,0	19	Zahlreiche feine Risse.
3 B		6,0	25	180	5,0	60	desgl.
1 H		6,5	32	180	5,3	61	desgl.
2 H		7,0	25	180	5,5	64	desgl.
1 C	gehärtet	9,0	28	0	—	—	Bruch; Bruchfläche: weißglänzend, feinkörnig, dicht.
2 C		7,0	26	25	83,5	4	desgl.
3 C		7,0	25	5	—	—	desgl.
1 J		8,0	32	1	—	—	desgl.
2 J		6,5	25	4	—	—	desgl.

Biegeversuche mit Flachstäben aus den mit

4 A	ursprünglich	7,0	21	166	8,0	44	Feine Anrisse.
1 G		7,0	25	180	8,5	41	Starke Risse.
4 G		7,0	24	124	13,5	26	Feine Anrisse.
6 G		6,5	30	62	17,8	18	Starke Risse.
2 B	geglüht	6,0	26	180	6,5	46	Starke Risse.
3 B		6,5	27	180	4,8	68	desgl.
4 B		6,5	21	180	8,3	39	Feine Anrisse.
5 B		7,0	24	180	9,0	39	Starke Risse.
1 H		7,0	27	180	9,5	37	desgl.
4 H		7,0	24	180	8,5	41	desgl.
6 H		6,5	30	69	13,3	24	Vollständiger Bruch; Bruchfläche: feinkörnig, krystallinisch glänzend.

der Biegeproben.

oder die Dehnung in der äußersten gezogenen Faserschicht

$$100\,\varepsilon = 100\,\frac{l_1 - l}{l} = 100\,\frac{a}{2\varrho} \quad \text{oder}$$

$$\text{die Biegegröße } Bg = 50\,\frac{a}{\varrho},$$

die also zwischen 0 und 100 schwanken kann.

Außerdem wird der Biegewinkel W gemessen. Für sprödes Material kann ϱ und Bg nicht bestimmt werden.

dem Gruppenzeichen M versehenen Flaschen.

Querproben.

Bezeichnung der Probe	Zustand	Abmessungen: Dicke a mm	Abmessungen: Breite b mm	Biegungswinkel W°	Radius der neutralen Faser ϱ mm	Biegegröße $Bg = 50\frac{a}{\varrho}$	Bemerkungen
1 D	ursprünglich	8,0	30	127	14,0	29	Grober Riß.
2 D		6,5	25	96	12,3	26	Zahlreiche feine Risse.
3 D		6,5	25	45	33,3	10	Feiner Riß.
1 K		6,0	30	115	16,0	19	Zahlreiche feine Risse.
2 K		8,0	22	109	13,0	31	Bruch; Bruchfläche: körnig, kristallinisch.
1 E	geglüht	8,5	30	180	12,3	34	Grober Riß.
2 E		6,0	25	93	16,0	19	Zahlreiche feine Risse.
3 E		7,0	25	103	14,5	24	Ein grober und ein feiner Riß.
1 L		6,5	30	180	14,3	23	Zahlreiche feine Risse.
2 L		8,0	25	107	14,0	29	desgl.
1 F	gehärtet	7,0	30	0	—	—	Bruch; Bruchfläche: weißglänzend, feinkörnig, dicht.
2 F		6,5	25	5	—	—	desgl.
3 F		6,5	25	2	—	—	desgl.
1 M		7,0	35	0	—	—	desgl.
2 M		8,0	25	0	—	—	desgl.

dem Gruppenzeichen R versehenen Flaschen.

4 D	ursprünglich	6,0	21	72	18,0	17	Bruch; Bruchfl.: feinkörnig, kristallinisch glänzend.
1 K		7,0	28	39	23,0	15	desgl.
4 K		7,0	29	28	28,5	12	desgl.
6 K		6,0	24	59	13,0	23	Starke Risse.
2 E	geglüht	6,0	25	180	6,5	46	Starke Risse.
4 E		6,5	21	166	12,3	26	Feine Anrisse.
1 L		7,5	27	95	13,3	28	Bruch; Bruchfläche: feinkörnig, kristallinisch glänzend.
4 L		7,0	30	50	29,0	12	Feine Anrisse.
6 L		7,0	30	24	43,5	8	Bruch; Bruchfläche: feinkörnig, kristallinisch glänzend.

Längsproben. **Gruppen=**

Bezeichnung der Probe	Zustand	Abmessungen: Dicke a mm	Abmessungen: Breite b mm	Biegungswinkel W°	Radius der neutralen Faser ϱ mm	Biegegröße $Bg = 50\frac{a}{\varrho}$	Bemerkungen
2 C	gehärtet	6,0	27	10	—	—	Bruchfläche: Kern feinkörnig glänzend; Rand sehr feinkörnig matt.
3 C		6,5	26	0	—	—	Bruchfläche: sehr feinkörnig.
4 C		6,5	20	2	—	—	desgl.
5 C		7,0	24	0	—	—	desgl.
1 J		7,0	27	2	—	—	desgl.
4 J		7,0	24	1	—	—	desgl.
6 J		7,0	30	0	—	—	desgl.; Bruch erfolgte an einem Auflager.

Biegeversuche mit Flachstäben aus den mit

2 A	ursprünglich	7,5	27	55	18,8	20	Starke Risse.
3 A		7,0	27	117	10,5	33	Schwache Anrisse.
4 A		7,5	25	130	8,8	43	Feine Anrisse.
1 G		8,0	15	45	19,0	21	desgl.
3 G		7,5	25	120	7,8	48	desgl.
2 B	geglüht	7,5	26	180	7,8	48	Feine Anrisse.
3 B		7,5	27	180	3,8	99	Unverletzt.
4 B		7,5	25	180	3,8	99	desgl.
1 H		8,0	15	180	6,0	67	Feine Anrisse.
3 H		8,0	25	180	5,0	80	Unverletzt.
2 C	gehärtet, abgeschreckt	7,5	26	35	33,8	11	Feine Anrisse.
3 C		7,0	27	69	18,5	19	desgl.
4 C		7,0	20	36	23,5	15	desgl.
1 J		8,0	26	30	24,0	17	Starke Risse.
3 J		7,5	25	56	23,8	16	Bruch.

3. Ergebnisse der

Zur Materialbeurtheilung wird das Verhältniß der bei der Ausbreiteprobe bis zur $b_1/b \cdot 100 = Ag$

Technologische Proben. (Mit den

Gruppenzeichen M.

Bezeichnung der Probe	Probenentnahme	Zustand	Bruchaussehen	Ausbreiteproben: Breite vor dem Versuch mm	Dicke mm	Ausgebreitet bis auf mm	Geringste Dicke mm	Ag = Ausbreitung	Zustand
1 A	In der Längsrichtung	ursprünglich	Hellgrau, sehr feinkörnig, Bruchlinien	28	7,0	61	2	217	mehrfach aufgerissen
2 A			wie 1 A	29	7,0	42	4	145	wie 1 A
3 A			wie 1 A	29	7,0	50	2,5	172	wie 1 A
1 G			wie 1 A	24	7,5	51,5	1,5	215	klaffende Risse
2 G			wie 1 A	28	7,5	57	2,5	203	wie 1 A
1 B		geglüht	wie 1 A	28	8,0	59	2	211	wie 1 A
2 B			wie 1 A	28	7,0	53	3	189	ein klaffender Riß
3 B			wie 1 A	28	7,0	59,5	1	212	mehrere feine Risse

zeichen R. **Querproben.**

Bezeichnung der Probe	Zustand	Abmessungen: Dicke a mm	Abmessungen: Breite b mm	Biegungswinkel W°	Radius der neutralen Faser ϱ mm	Biegegröße $Bg = 50\frac{a}{\varrho}$	Bemerkungen
2 F	gehärtet	6,0	25	8	—	—	Bruch; Bruchfläche: Kern feinkörnig glänzend; Rand sehr feinkörnig matt.
4 F		6,5	21	1	—	—	Bruch; Bruchfläche: sehr feinkörnig.
1 M		7,0	28	0	—	—	desgl.
4 M		7,0	29	1	—	—	desgl.
6 M		6,5	30	1	—	—	desgl.

dem Gruppenzeichen E versehenen Flaschen.

2 D	ursprünglich	7,0	25	175	8,5	41	Feine Anrisse.
3 D		7,0	25	104	13,5	26	desgl.
4 D		7,0	25	76	16,5	21	desgl.
5 D		7,5	20	57	18,8	20	desgl.
1 K		8,0	35	32	79,0	5	Starke Risse; ganz plötzlicher Riß.
3 K		7,0	27	30	18,5	19	
2 E	geglüht	7,0	25	180	7,5	47	Feine Anrisse.
3 E		7,0	25	180	7,5	47	Starke Risse.
4 E		7,0	25	180	6,5	54	desgl.
5 E		7,5	20	180	6,8	55	Feine Anrisse.
1 L		8,0	30	178	12,0	33	desgl.
3 L		8,0	25	180	8,0	50	desgl.
2 F	gehärtet	7,0	25	58	18,5	19	Feine Anrisse.
3 F		7,5	25	58	23,8	16	desgl.
4 F		7,5	25	35	28,8	13	Starke Risse.
5 F		7,5	23	52	23,8	16	Feine Anrisse.
1 M		8,5	28	—	24,3	18	—
3 M		7,5	25	48	23,8	16	Feine Anrisse.

technologischen Proben.

beginnenden Rißbildung erzielten Breite zur ursprünglichen Breite der Probe benutzt:
= Ausbreitung.

Hälften der Biegeproben ausgeführt.)

Gruppenzeichen M.

Bezeichnung der Probe	Probenentnahme	Zustand	Bruchaussehen	Ausbreiteproben: Breite vor dem Versuch mm	Dicke mm	Ausgebreitet bis auf mm	Geringste Dicke mm	Ag = Ausbreitung	Zustand
1 D	In der Querrichtung	ursprünglich	wie 1 A	27	8,5	82	1	304	zackig splitterig
2 D			wie 1 A	31	6,5	65	1	210	wie 1 D
3 D			wie 1 A	27	7,5	70	1	259	wie 1 D
1 K			wie 1 A	23	8,5	54	2	235	wie 1 D
2 K			wie 1 A	27,5	7,5	36	3	131	ein Riß seitlich eingebrochen
1 E		geglüht	Hellmattgrau, feinschuppig geschichtet, etwas uneben	26	7,0	60	2	230	wie 1 A
2 E			wie 1 E	31	7,5	64	1,5	207	wie 1 A
3 E			wie 1 E	27	7,5	79	0,5	292	leichte Risse
1 L			wie 1 A	24	8,5	45	2,5	187	wie 1 A
2 L			wie 1 A	28	7,5	50	2	178	wie 1 A

Gruppenzeichen B.

Bezeichnung der Probe	Proben-entnahme	Zustand	Bruchaussehen	Ausbreiteproben: Breite vor dem Versuch mm	Dicke vor dem Versuch mm	Ausgebreitet bis auf mm	Geringste Dicke mm	Ag = Ausbreitung	Zustand
4 A	In der Längsrichtung	ursprünglich	Hellgrau glänzend, körnig, kristallinisch	21	7,0	48	1,5	229	mehrfach aufgerissen
4 G			wie 4 A	24	7,0	60	2	250	klaffende Risse, splitterig
2 B		geglüht	wie 4 A	26	6,0	42	3	161	ein klaffender Riß
4 H			wie 4 A	24	7,0	48	2	200	mehrfach aufgerissen
4 D	In der Querrichtung	ursprünglich	wie 4 A	21	6,0	49	1	233	wie 4 H
4 K			wie 4 A	29	7,0	—	—	—	—
4 E		geglüht	wie 4 A, nur etwas feinkörniger	21	6,5	36	2	172	seitlich eingebrochen
4 L			wie 4 A	30	7,0	57	2,5	190	mehrere klaffende Risse
1 K	Querrichtung	ursprünglich	—	28	7,0	73	1,5	260	zackig splitterig

Gruppenzeichen E.

3 A	In der Längsrichtung	ursprünglich	Hellgrau, feinkörnig, uneben	27	7,0	46	3	170	mehrfach aufgerissen
3 G			Hellgrau, feinschuppig, geschichtet, uneben	25	7,5	45	3	180	wie 3 A
3 B		geglüht	Hellgrau glänzend, körnig, kristallinisch, eben	27	7,5	55	2	203	ein klaffender Riß
3 H			Hellgrau glänzend, feinkörnig, eben	25	8,0	51	2	204	wie 3 B
3 C		abgeschreckt	wie 3 H	27	7,0	32	6	118	wie 3 B
3 J			wie 3 H	25	7,5	55	2	220	wie 3 A
3 D	In der Querrichtung	ursprünglich	wie 3 H, an der Druckseite feinschuppig	25	7,0	66	0,5	264	wie 3 A
3 K			wie 3 A	27	7,0	49	2	181	wie 3 A
3 E		geglüht	wie 3 D	25	7,0	66	1	264	wie 3 A
3 L			wie 3 D	25	8,0	70	1,5	280	wie 3 A
3 F		abgeschreckt	wie 3 D	25	7,5	38	4	152	wie 3 A
3 M			wie 3 B	25	7,5	32	5	128	wie 3 B

Um das Verhalten und das Gefüge des Materiales genauer festzulegen, wurde mit dem Stück E 05 eine Reihe von technologischen Proben vorgenommen, wie in Fig. 8 (Seite 4) angegeben ist.

Das Stück b wurde kalt ausgebreitet, indem die Hammerschläge von außen erfolgten. Schon nach den ersten Schlägen traten Längsrisse (Richtung oben—unten) an der Innenseite (der Flasche) ein.

Das Stück c wurde von innen aus ausgebreitet; es ertrug eine beträchtliche Ausbreitung (über Ag = 150) ohne Risse zu zeigen und wurde dann eingekerbt und auf-

gebogen, so daß ein Querbruch eintrat. Der Bruch zeigte das blätterige Gefüge des Schweißeisens.

Die Warmausbreiteprobe wurde anstandslos bestanden.

Die Härtung hat das Stück e sehr wenig beeinflußt; es läßt sich sehr gut biegen und zeigte ein durchaus unverändertes Gefüge (Abbildung Taf. II Fig. 26), welches demjenigen des Stückes c glich.

4. Ergebnisse der chemischen Analyse.

Das Prüfungszeugniß der Königlichen chemisch-technischen Versuchsanstalt vom 11. August 1894 über die ihr übersandten 10 Eisenproben lautet:

Stempel der Proben	RN					MN		EN		
	2	3	4	5	6	2	3	1	4	5
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Kohlenstoff, chemisch gebunden	0,37	0,34	0,39	0,42	0,41	0,28	0,25	0,19	0,17	0,14
Silicium	0,18	0,08	0,33	0,17	0,03	0,12	0,12	0,04	0,03	0,03
Phosphor	0,085	0,096	0,072	0,079	0,066	0,134	0,140	0,052	0,048	0,048
Schwefel	0,06	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
Mangan	0,57	1,29	0,89	0,72	2,13	0,99	1,31	0,61	0,72	0,54
Nickel	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02
Kupfer	0,18	0,21	0,18	0,22	0,22	0,24	0,24	0,07	0,10	0,06

„Bezüglich des in dem Schreiben vom 9. Juli cr. erwähnten, bei der Bearbeitung des Materials auftretenden starken Geruchs[1]) ist diesseits festgestellt worden, daß dieser Geruch nur der Oberfläche der konkaven (Innen-) Seite der Flaschenstücke anhaftet. Dieser Geruch ist dem beim Auflösen von Eisen und Stahl in Säuren auftretenden, von Kohlen- und Phosphorwasserstoffen herrührenden, gleich. Daraus ist zu schließen, daß das in den Flaschen aufbewahrt gewesene Wasserstoffgas durch Auflösen von Eisen in Säuren dargestellt und nicht genügend gereinigt worden ist. Letztere Vermuthung findet auch darin ihre Bestätigung, daß die Flaschenstücke auf der konkaven Seite sämmtlich merklich angeätzt sind und nachweisbare Mengen löslicher Eisensalze enthalten, offenbar Wirkungen des unreinen, sauren und feuchten Wasserstoffgases.

Eine Absorption von Gasen durch Eisen oder Stahl bei gewöhnlicher (niedriger) Temperatur ist von der Versuchsanstalt bisher noch nicht beobachtet worden und hält dieselbe solches für ausgeschlossen.

Vorliegenden Falles handelt es sich augenscheinlich lediglich um Ablagerung öliger Kohlen- und Phosphorwasserstoffe aus unreinem Wasserstoffgase auf der Innenseite der Flaschen."

5. Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung.

Die Proben aus den Flaschen M (Schliffe 19 und 20, Abbildungen siehe Fig. 12, 23, 24, 27 u. 28 Taf. I u. II) lassen auf der Schlifffläche ein sehr feines, durchaus gleich-

[1]) Bei der Probenbearbeitung trat ein unangenehmer Geruch auch in solchen Fällen hervor, in denen die Proben vor der Bearbeitung längere Zeit an der Luft lagen und ihren Geruch schon verloren hatten. Daher wurde um das Urtheil der chemisch-technischen Versuchsanstalt gebeten, ob es möglich und wahrscheinlich wäre, daß das Eisen der Flaschenwände Gase aufnähme und bei der Zerlegung entweichen lasse.

mäßiges Korn erkennen. Karbidausscheidungen sind höchstens in Spuren nachweisbar. Nur sehr vereinzelt treten sehr kleine Schlackenadern von linsenförmigem Querschnitt auf, dessen große Achse parallel den Flaschenwandungen liegt (vergl. Fig. 27 und 28). Diese linsenförmigen Flächen haben höchstens 40 μ ($\mu = 0{,}001$ mm) Länge und etwa 3 μ Breite.

Die Proben aus den Flaschen R (Schliffe 13 bis 18, Abbildungen siehe Fig. 12, 13, 22 u. 30) zeigen ein grobes Korn mit nicht sehr scharf ausgebildeten und unscharf begrenzten hellen, wenig geätzten Flächen (Karbid?). Sie haben namentlich in der Nähe der Flaschenoberflächen, sowohl an der Außen-, als auch an der Innenwand schwach mit bloßem Auge erkennbare weiße Adern, die sich unter dem Mikroskop als Einlagerungen von härterem, gegen das Aetzmittel widerstandsfähigerem Material erweisen. Diese Adern härteren Materials dürften die Ursache der in vielen Fällen auftretenden eigenthümlichen blätterigen Brüche an den zersprengten Flaschen sein.

Die Proben aus den Flaschen E (Schliffe 1 bis 12, Abbildungen Fig. 12, 13, 15—21 u. 25 u. 29) zeigen die Einlagerungen harter Adern und die Bildung von Rissen parallel zu den Außenwandungen schon bei Beobachtung mit bloßem Auge (vergl. Fig. 12) weit stärker als die R-Flaschen. Man erkennt hierbei schon, daß dieser Gefügebau Ursache der blätterigen Erscheinungen fast aller Bruchsplitter an diesen Flaschen gewesen ist. Die Brüche zeigen vielfach große Abblätterungen, wovon einige in Fig. 14 abgebildet wurden.

Das mikroskopische Gefüge läßt größere, aber nicht scharf begrenzte Flächen von gegen die Säuren widerstandsfähigem Eisen erkennen und hat eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Gefüge der R-Flaschen. In den Rissen bemerkt man zuweilen Schlackenreste.

IV. Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse.

In die nachfolgende Tabelle (Seite 24 bis 27) sind nur die Zahlenwerthe aufgenommen. Bemerkungen über Bruch- und Oberflächenaussehen, über Fehlstellen und die hier ausgelassenen Zahlenwerthe wolle man in den voraufgehenden Tabellen suchen.

Es bedeuten: σ_P, σ_S u. σ_B die Spannungen an der Proportionalitäts-, Streck- und Bruchgrenze in kg/qmm. δ die Bruchdehnung in %, gemessen auf je 50 mm vom Bruch; ($l = (7{,}7$ bis $9{,}6)\sqrt{f}$).

Wenn die Stäbe außerhalb der Theilung gerissen sind, so sind die Dehnungen in % für die Meßlänge $l = 100$ mm angegegen, da aber diese Werthe zu klein sind, so sind sie in ( ) gesetzt. Das gleiche geschah mit σ_B, wenn der Stab außerhalb des prismatischen Theiles riß und mit anderen Werthen, wenn sie aus irgend einem Grunde für unzuverlässig gehalten wurden. Diese Werthe sind für die Mittelwerthe nicht berücksichtigt. [ ] bedeutet, daß die betreffenden Werthe zwar zuverlässig, aber nicht aus der gleichen Zahl von Einzelwerthen berechnet sind, wie die nebenstehenden.

Aus Tab. III 2 (Biegeversuche) ist übernommen: der Biegewinkel W und die Biegegröße Bg.

Aus Tab. III 3 (Technologische Proben) ist übernommen: die Ausbreitung Ag.

Besprechung der Zusammenstellungen.

Die verschiedenen Zusammenstellungen der Prüfungsergebnisse sollen die Uebersicht über die gewonnenen Hauptwerthe erleichtern und einen Vergleich dieser Zahlen unter einander gewähren. Die Tabellen enthalten deswegen nur die wesentlichsten Zahlen und wegen der Einzelheiten, wegen der Bruch- und Oberflächenbeschreibungen u. s. w. muß man daher auf die Tabellen unter Absatz III zurückgreifen. Außer den Hauptwerthen für die einzelnen Probestücke, geordnet nach den Flaschen und dem Ort der Probenentnahme, sind noch Mittelwerthe, für Längs- und Querproben getrennt und Mittelwerthe für die ganze Gruppe gebildet. Hierbei hat die Zusammenstellung getrennt nach den unzerstörten und zerstörten Flaschen stattgefunden, weil angenommen werden darf, daß bei den unzerstörten Flaschen das Material noch im Anlieferungszustande verblieben sein wird, während es in den zerstörten Flaschen, wie später zu besprechen ist, eine Veränderung erfahren haben kann.

Der Vergleich zwischen Kopf und Fuß ist, wo überhaupt möglich, durch unmittelbare Nebeneinanderstellung der Zahlen gegeben. Der Vergleich zwischen Quer- und Längsproben ist außer durch Gegenüberstellung der Mittelwerthe auch noch durch die Verhältnißzahlen ausgeführt. Die Ergebnisse sind in drei Gruppen getheilt, A für den ursprünglichen Zustand, so wie die Proben aus den Flaschen entnommen waren, B für das ausgeglühte und C für das abgeschreckte Material. Die Mittelwerthe (quer und längs getrennt) für diese drei Materialzustände sind wiederum untereinander durch Verhältnißzahlen verglichen, indem man das geglühte Material als Ausgangspunkt wählte.

Zum Schluß sind die Mittelwerthe und die Hauptreihen der Verhältnißzahlen nochmals gegenübergestellt.

Es ist selbstverständlich unmöglich, hier auf alle Einzelheiten einzugehen, sie sind aus den Tabellen leicht zu übersehen; diese Besprechung kann sich vielmehr nur auf die Hauptsachen beziehen. Hierbei wird von den in den Tabellen und weiter unten gegebenen Abkürzungen Gebrauch gemacht, wobei die ohne Benennungen gegebenen Zahlenwerthe den in den Tabellen angegebenen Sinn haben.

Flaschen M.

Die Prüfungsergebnisse und Vergleiche unter Absatz a beweisen, daß die Flasche M_1 keine wesentliche mechanische Bearbeitung in geringen Hitzegraden[1]) erfahren hat, denn im ursprünglichen Zustande (Zust. A) ist $\sigma_S/\sigma_B = 0{,}71$ (die Einzelwerthe weichen hiervon nur sehr wenig ab) und durch Ausglühen werden die Hauptfestigkeitswerthe σ_S, σ_B und δ nur wenig verändert. Hierbei ist zu beachten, daß δ_A (δ im Zust. A) größer als 14,1 sein muß, da diese Zahl an Stäben gefunden wurde, die außerhalb der Theilung rissen (daher die Werthe eingeklammert). Auch die Werthe W, Bg und Ag für die Zustände A und B sprechen dafür, daß wesentliche Härtung infolge mechanischer Bearbeitung bei geringen Hitzegraden nicht stattgefunden hat. Die durch die Verhältnißzahlen B/A angezeigte Erhöhung der Werthe für die Grenzspannungen im Zust. A gegen Zust. B legt immerhin die Vermuthung nahe, daß die fertige Flasche bei der Fabrikation nicht ausgeglüht wurde. Diese Erhöhung kann aber auch dadurch entstanden sein, daß die fertige Flasche bei der Wasserdruckprobe eine bleibende Formänderung erfuhr, weil in diesem Falle auch das Material einer geglühten Flasche, infolge der Ueber-

[1]) Die Wirkung der mechanischen Bearbeitung tritt am stärksten hervor, wenn der Hitzegrad hierbei unter 700 C° sinkt.

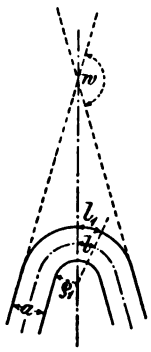


Fig. 34.

2. Ergebnisse

Die Beurtheilung der Ergebnisse der Biegeproben geschieht in erster Linie nach der kleinsten Krümmung, welche die neutrale Faserschicht im Augenblick des Eintretens der ersten Risse (Anbrüche) hat.

In Fig. 34 bedeutet: a die Blechdicke, ϱ_1 der kleinste Krümmungsradius, gemessen an der Innenseite des gebogenen Stückes. Dann ist der Krümmungsradius der neutralen Faser

$$\varrho = \varrho_1 + \frac{a}{2} \quad \text{und nach Fig. 34} \quad l_1 : l = \varrho + \frac{a}{2} : \varrho$$

Biegeversuche mit Flachstäben aus den mit Längsproben.

Bezeichnung der Probe	Zustand	Abmessungen: Dicke a mm	Abmessungen: Breite b mm	Biegungswinkel W°	Radius der neutralen Faser ϱ mm	Biegegröße $Bg = 50\frac{a}{\varrho}$	Bemerkungen
1 A	ursprünglich	10,0	28	180	9,0	56	Zahlreiche feine Risse.
2 A		7,0	25	180	7,5	47	desgl.
3 A		7,5	25	180	10,8	35	Bruch; Bruchfläche: weißglänzend, körnig, krystallinisch.
1 G		6,5	32	180	7,3	45	Grober Riß.
2 G		7,0	23	180	5,5	64	Zahlreiche feine Risse.
1 B	geglüht	8,5	28	112	16,3	26	Feiner Riß.
2 B		6,0	25	160	16,0	19	Zahlreiche feine Risse.
3 B		6,0	25	180	5,0	60	desgl.
1 H		6,5	32	180	5,3	61	desgl.
2 H		7,0	25	180	5,5	64	desgl.
1 C	gehärtet	9,0	28	0	—	—	Bruch; Bruchfläche: weißglänzend, feinkörnig, dicht.
2 C		7,0	26	25	83,5	4	desgl.
3 C		7,0	25	5	—	—	desgl.
1 J		8,0	32	1	—	—	desgl.
2 J		6,5	25	4	—	—	desgl.

Biegeversuche mit Flachstäben aus den mit

4 A	ursprünglich	7,0	21	166	8,0	44	Feine Anrisse.
1 G		7,0	25	180	8,5	41	Starke Risse.
4 G		7,0	24	124	13,5	26	Feine Anrisse.
6 G		6,5	30	62	17,8	18	Starke Risse.
2 B	geglüht	6,0	26	180	6,5	46	Starke Risse.
3 B		6,5	27	180	4,8	68	desgl.
4 B		6,5	21	180	8,3	39	Feine Anrisse.
5 B		7,0	24	180	9,0	39	Starke Risse.
1 H		7,0	27	180	9,5	37	desgl.
4 H		7,0	24	180	8,5	41	desgl.
6 H		6,5	30	69	13,3	24	Vollständiger Bruch; Bruchfläche: feinkörnig, krystallinisch glänzend.

der Biegeproben.

oder die Dehnung in der äußerſten gezogenen Faſerſchicht

$$100\,\varepsilon = 100\,\frac{l_1 - l}{l} = 100\,\frac{a}{2\varrho} \quad \text{oder}$$

$$\text{die Biegegröße } Bg = 50\,\frac{a}{\varrho},$$

die alſo zwiſchen 0 und 100 ſchwanken kann.

Außerdem wird der Biegewinkel W gemeſſen. Für ſprödes Material kann ϱ und Bg nicht beſtimmt werden.

dem Gruppenzeichen M verſehenen Flaſchen.

Querproben.

Bezeichnung der Probe	Zuſtand	Abmeſſungen: Dicke a mm	Abmeſſungen: Breite b mm	Biegungswinkel W°	Radius der neutralen Faſer ϱ mm	Biegegröße $Bg = 50\frac{a}{\varrho}$	Bemerkungen
1 D	urſprünglich	8,0	30	127	14,0	29	Grober Riß.
2 D		6,5	25	96	12,3	26	Zahlreiche feine Riſſe.
3 D		6,5	25	45	33,3	10	Feiner Riß.
1 K		6,0	30	115	16,0	19	Zahlreiche feine Riſſe.
2 K		8,0	22	109	13,0	31	Bruch; Bruchfläche: körnig, kryſtalliniſch.
1 E	geglüht	8,5	30	180	12,3	34	Grober Riß.
2 E		6,0	25	93	16,0	19	Zahlreiche feine Riſſe.
3 E		7,0	25	103	14,5	24	Ein grober und ein feiner Riß.
1 L		6,5	30	180	14,3	23	Zahlreiche feine Riſſe.
2 L		8,0	25	107	14,0	29	desgl.
1 F	gehärtet	7,0	30	0	—	—	Bruch; Bruchfläche: weißglänzend, feinkörnig, dicht.
2 F		6,5	25	5	—	—	desgl.
3 F		6,5	25	2	—	—	desgl.
1 M		7,0	35	0	—	—	desgl.
2 M		8,0	25	0	—	—	desgl.

dem Gruppenzeichen R verſehenen Flaſchen.

4 D	urſprünglich	6,0	21	72	18,0	17	Bruch; Bruchfl.: feinkörnig, kryſtalliniſch glänzend.
1 K		7,0	28	39	23,0	15	desgl.
4 K		7,0	29	28	28,5	12	desgl.
6 K		6,0	24	59	13,0	23	Starke Riſſe.
2 E	geglüht	6,0	25	180	6,5	46	Starke Riſſe.
4 E		6,5	21	166	12,3	26	Feine Anriſſe.
1 L		7,5	27	95	13,3	28	Bruch; Bruchfläche: feinkörnig, kryſtalliniſch glänzend.
4 L		7,0	30	50	29,0	12	Feine Anriſſe.
6 L		7,0	30	24	43,5	8	Bruch; Bruchfläche: feinkörnig, kryſtalliniſch glänzend.

Nr.	Richtung	Ort	A. Urſprünglicher Zuſtand: Zeichen	σ_P kg/qmm	σ_S kg/qmm	σ_B kg/qmm	δ %	σ_P/σ_B	σ_S/σ_B	W °	Bg	Ag	B. Material, ge: Zeichen	σ_P kg/qmm	σ_S kg/qmm	σ_B kg/qmm	δ %	σ_P/σ_B	σ_S/σ_B
e. Nicht geſprengte																			
E. 3	längs	Kopf	A	(13,5)	57,4	60,1	(5,1)	(0,22)	0,96	117	33	170	B	9,9	29,8	47,9	25,8	0,21	0,62
		Fuß	G	19,6	55,5	58,1	(4,9)	0,34	0,96	120	48	180	H	9,2	29,4	46,9	27,3	0,20	0,63
	quer	Kopf	D	21,6	43,3	49,4	12,9	0,44	0,88	104	26	264	E	10,8	29,5	45,6	23,5	0,24	0,65
		Fuß	K	—	66,6	70,2	4,3	—	0,95	30	19	181	L	wurde nicht geprüft					
Mittel	längs			[19,6]	56,5	59,1	(5,0)	[0,34]	0,96	119	41	175		9,6	29,6	47,4	26,6	0,21	0,63
	quer			[21,6]	55,0	59,8	8,6	[0,44]	0,92	67	23	223		10,8	29,5	45,6	23,5	0,24	0,65
Hauptmittel				[**20**,6]	**55**,8	**59**,5	[8,6]	[**0**,39]	**0**,94	**93**	**32**	**199**		**10**,2	**29**,6	**46**,5	**25**,1	**0**,23	**0**,64
quer/längs ×100				[**110**]	**97**	**101**	—	[**129**]	**96**	**56**	**56**	**127**		**112**	**100**	**96**	**88**	**114**	**103**
f. Geſprengte																			
E. 2	längs	Kopf	A	17,6	42,3	—	(0,3)	—	—	55	20	—	B	7,1	26,8	43,7	18,6	0,16	0,61
E. 4		"	A	wurde nicht geprüft						130	43	—	B	6,8	23,2	42,7	21,7	0,16	0,54
E. 5		"	A	wurde nicht geprüft						—	—	—	B	6,6	20,5	39,8	29,2	0,17	0,52
E. 1		Fuß	G	15,3	59,5	60,1	(4,1)	0,25	0,99	45	21	—	H	(15,4)	25,9	39,8	30,5	(0,39)	0,65
E. 2	quer	Kopf	D	—	—	—	—	—	—	175	41	—	E	—	—	—	—	—	—
E. 4		"	D	—	—	—	—	—	—	76	21	—	E	—	—	—	—	—	—
E. 5		"	D	14,2	42,9	45,0	7,5	0,32	0,95	57	20	—	E	10,7	24,3	39,6	14,2	0,27	0,61
E. 1		Fuß	K	—	57,6	61,7	2,3	—	0,93	32	5	—	L	9,7	27,8	42,6	17,4	0,23	0,65
Mittel	längs			16,5	50,9	[60,1]	—	[0,25]	[0,99]	77	28	—		[6,8]	24,1	41,5	25,0	[0,16]	0,58
	quer			[14,2]	50,3	53,4	4,9	[0,32]	0,94	85	22	—		10,2	26,1	41,1	15,8	0,25	0,63
Hauptmittel				[**15**,4]	**50**,6	[**56**,8]	[**4**,9]	[**0**,29]	[**0**,97]	**81**	**25**	—		[**8**,5]	**25**,1	**41**,3	**20**,4	[**0**,21]	**0**,61
quer/längs ×100				[**86**]	**99**	[**89**]	—	[**128**]	[**95**]	**110**	**79**	—		[**150**]	**108**	**99**	**63**	[**156**]	**109**
2. Gegenüberſtellung																			
a. **Flaſchen, unverletzte**		M		17,0	48,6	68,5	(14,1)	0,25	0,71	151	38	244		20,3	40,8	64,8	[18,0]	0,32	0,64
		R		18,4	59,5	82,3	11,9	0,23	0,72	98	25	237		[17,5]	37,1	64,5	[19,0]	[0,28]	0,58
		E		[20,6]	55,8	59,5	[8,6]	[0,39]	0,94	93	32	199		10,2	29,6	46,5	25,1	0,23	0,64
b. **Flaſchen, geſprengte**		M		18,4	49,2	68,9	[10,6]	0,28	0,73	132	36	187		[18,0]	46,2	61,9	[15,0]	[0,30]	0,75
		R		19,2	59,0	80,4	12,0	0,24	0,74	110	28	—		15,6	35,2	57,3	16,3	0,28	0,62
		E		[15,4]	50,6	[56,8]	[4,9]	[0,29]	[0,97]	81	25	—		[8,5]	25,1	41,3	20,4	[0,21]	0,61
c. **Verhältniß:** $\frac{\text{geſprengt}}{\text{unverletzt}} \cdot 100$		M		108	101	101	(75)	112	103	87	95	77		[89]	113	95	[83]	[94]	117
		R		104	99	98	101	104	103	112	112	—		89	95	89	[86]	100	107
		E		[75]	91	[96]	[57]	[74]	[103]	87	78	—		[83]	85	89	81	[91]	95
d. **Verhältniſſe:** quer/längs · 100	a. unverletzt	M		74	103	99	(87)	75	104	67	47	124		163	105	103	[99]	156	102
	b. geſprengt			79	109	87	[26]	93	123	46	45	116		[132]	100	97	[49]	[136]	104
	a. unverletzt	R		89	91	94	85	96	97	35	43	97		[70]	105	97	[80]	[72]	109
	b. geſprengt			98	92	95	70	104	96	22	37	—		65	90	87	59	77	103
	a. unverletzt	E		[110]	97	101	—	[129]	96	56	56	127		112	100	96	88	114	103
	b. geſprengt			[86]	99	[89]	—	[128]	[95]	110	79	—		[150]	108	99	63	[156]	109

		C. Material, gehärtet						Vergleich A/B × 100							Vergleich C/B × 100				
g	Ag	Zeichen	σ_B kg/qmm	δ %	W °	Bg	Ag	σ_P	σ_S	σ_B	δ	W	Bg	Ag	σ_B	δ	W	Bg	Ag
e.																			
9	204	C	76,0	4,1	69	19	118												
0	204	J	86,0	3,9	56	16	220												
7	264	F	75,4	(2,0)	58	16	152												
0	280	M	(72,4)	(0,4)	48	16	128												
0	204		81,0	4,0	63	18	169	[204]	191	125	(19)	66	46	86	171	15	35	20	83
9	272		[75,4]	(1,2)	53	16	140	[200]	186	131	37	37	47	82	[165]	(5)	39	33	52
0	**238**		**[78,2]**	**[4,0]**	**58**	**17**	**155**												
4	**183**		**[93]**	**—**	**84**	**89**	**83**												
ien.						**Bg**													**Bg**
8	—	C	55,2	(1,5)	35	11													
9	—	C	64,5	(4,6)	36	15													
—	—	C	58,5	6,9	—	—													
7	—	J	72,7	11,4	30	17													
7	—	F	—	—	58	19													
4	—	F	—	—	35	13													
5	—	F	—	—	52	16													
3	—	M	72,9	(0,6)	—	18													
1	—		62,7	[9,2]	34	14		[243]	211	[145]	—	43	39	—	151	[37]	19	20	
7	—		72,9	—	48	17		[139]	193	130	31	47	47	—	178	—	27	36	
9	**—**		**67,8**	**[9,2]**	**41**	**16**													
6	**—**		**116**	**—**	**141**	**121**													
uptmittel.																			
37	[210]		(84,1)	(0,0)	1	—													
30	191		38,2	[0,1]	1	—													
70	238		[78,2]	[4,0]	58	17/155													
36	[214]		81	[0,7]	7	—													
43	—		[73,4]	—	4	—													
59	—		67,8	[9,2]	41	16													
97	[102]		—	—	700	—													
43	—		192	—	400	—													
84	—		[87]	[230]	71	94/—													
66	[99]		(103)	(100)	—	—													
50	112		59	[75]	18	—													
48	[91]		[128]	(300)	67	—													
77	—		122	—	133	—													
54	133		[93]	—	84	89/83													
66	—		116	—	141	121													

schreitung seiner ursprünglichen Streckgrenze, nach den Bauschingerschen Gesetzen über die Veränderung der Proportionalitäts- und Streckgrenze (kurz P-Grenze und S-Grenze) eine Erhöhung von σ_P, σ_S und σ_B eintritt, wobei δ erniedrigt zu werden pflegt. Auch das Geraderichten der Probestäbe wirkt in ähnlichem Sinne.

Durch Abschrecken in Wasser ist das Material in beträchtlichem Maße härtbar; σ_B wächst von 64,8 auf über 84,1. Die Stäbe, Zustand C, brachen alle außerhalb des prismatischen Stabtheils (Werthe für σ_B zu klein und deswegen eingeklammert). Demgemäß findet sich $\delta_C = 0$; aber auch beim Bruch in der Mitte würde δ_C kleiner als 1 % gefunden sein, was die Stäbe aus M_2 und M_3 beweisen. W ist ganz erheblich zurückgegangen. Die Stäbe vertragen fast gar keine Biegung und lassen sich kalt mit dem Hammer nicht mehr bearbeiten.

Wird das Material der zersprengten Flaschen M_2 und M_3 (Absatz b) ausgeglüht, so sind seine Eigenschaften nahezu die gleichen, wie bei der Flasche M_1 im Zust. B; nur die Dehnbarkeit in der Querrichtung zeigt sich durchweg erheblich verringert. Diese Verringerung der Materialqualität infolge der Sprengung wird namentlich auch aus der sehr erheblichen Verringerung von σ_B im gehärteten Zustande (C) erkannt und kommt hier auch besonders noch durch den Biegungswinkel W (quer 2°, gegen längs 11°) zum Vorschein.

Daß das Material bei den zersprengten Flaschen in der Querrichtung mehr beeinflußt wird, als in der Längsrichtung, liegt auf der Hand, denn in der gefüllten Flasche findet die Hauptbeanspruchung in der Richtung des Flaschenumfanges statt. Mit der Zersprengung wird also in der Regel eine mehr oder minder große Streckung gerade in dieser Richtung einhergehen, und wenn man bedenkt, daß die Streckung im kalten Zustande[1]) die gleiche Wirkung hat, wie die mechanische Bearbeitung (Hämmern, Walzen, Ziehen) im gleichen Zustande, so ist die Erhöhung der Werthe für σ und die Abnahme derjenigen für δ in der Querrichtung wohl verständlich. Die auffallend großen Werthe für σ_S und σ_B für Zust. A in Flasche M_3 würden schwer auf andere Weise zu erklären sein, denn im Zust. B u. C verhält sich das Material von M_3 nicht anders, als dasjenige der Flaschen 1 u. 2. Auffallend ist das ganz verschiedene Verhalten der P-Grenze. Durch das Glühen nimmt in der Querrichtung σ_P durchgehends so erheblich zu und in der Längsrichtung so erheblich ab, daß dieser Umstand durch die Versuchsfehler nicht mehr erklärt werden kann. Es ist schwer, hierfür einen ausreichenden Grund zu finden und es dürfte sich daher empfehlen, einige Flaschen aus ganz gleichem Material im Ursprungszustande und, nachdem sie durch Wasserdruck aufgeweitet wurden, zu untersuchen, wenn Werth auf die weitere Aufklärung des geschilderten Verhaltens und der Verringerung der Materialqualität in den zersprengten Flaschen gelegt wird.

Flaschen R.

Die Prüfungsergebnisse und Vergleiche unter Absatz c u. d ergaben, daß das Material R, wie Material M, ein deutlich härtbares Flußeisen ist. Wie die Vergleichswerthe A/B für Flasche R_4 beweisen, dürfte das Material schon bei der Herstellung der Flasche eine mechanische Bearbeitung in geringer Hitze, oder eine wesentliche Formänderung bei der Wasserdruckprobe erfahren haben, wodurch die Werthe für σ_P, σ_S und σ_B wesentlich erhöht und dementsprechend die Werthe von δ erniedrigt sind. Diese Vermuthung wird auch durch die Werthe W und R_E bestätigt, während die Werthe für A_E eher entgegengesetzt sprechen.

Auffallend ist der Umstand, daß durch das Abschrecken die Festigkeit sehr erheblich vermindert wird. Es ist zu befürchten, daß durch die Art der Behandlung im Feuer (zu hohe

[1]) „Mittheilungen" 1894 S. 110.

und zu lange Erhitzung) das Material gelitten hat, und die Versuchsanstalt behält sich daher vor, Kontrolproben auszuführen. Für die vorstehende Annahme spricht der Umstand, daß bei den zersprengten Flaschen die Probe 6 M das Aussehen des verbrannten Stahles zeigt, sowie daß die übrigen Stäbe, mit Ausnahme von 5 C, wesentlich höhere Festigkeiten ergaben. Bemerkt muß freilich werden, daß die Erhitzung im Feuer durchaus vorsichtig und unter Einschluß der Stäbe in Eisenplatten geschah. Hierzu kommt ferner der Umstand, daß die Flasche R_6 augenscheinlich aus einem ganz anderen Material besteht, als die Flaschen R_1 bis $_5$, deren Werthe im Zust. B befriedigend übereinstimmen. Gerade Flasche 6 zeigt aber die große Empfindlichkeit des Materials im Feuer. Die chemische Analyse bestätigt die Verschiedenartigkeit des Materials, da Analyse R Nr. 6 neben sehr geringem Siliciumgehalt einen sehr hohen Mangangehalt nachweist. Aehnliche Zusammensetzung besitzt noch die Flasche 3; von Flasche 1 ist leider keine Analyse vorgesehen gewesen.

Läßt man die Flasche R_6 außer Acht, so unterscheidet sich das Material R im Zust. B hinsichtlich seiner Festigkeitseigenschaften im Allgemeinen nicht sehr wesentlich vom Material M, aber die Dehnbarkeit in der Querrichtung ist bei den zersprengten Flaschen erheblich besser, als bei den zersprengten Flaschen aus dem Material M; nur einmal kommt der Werth 6,4 (L_1) vor. Nach der chemischen Analyse ist das Material M im Ganzen etwas kohlenstoffärmer, aber reicher an Phosphor, als das Material R. Die Abnahme der Materialqualität in den zersprengten Flaschen scheint nur sehr gering zu sein.

Flaschen E.

Nach seinem Bruchgefüge und nach dem Ansehen der geätzten Schliffflächen (Fig. 12, 15 bis 21 Taf. I u. II) ist das Material der Flaschen E (Absatz e u. f) geschweißtes Eisen. Die chemische Analyse zeigt, daß es wesentlich reiner und weicher ist, als die Materialien M und R; es gewinnt durch Abschrecken wesentlich an Festigkeit und verliert den größten Theil der Dehnbarkeit, aber bei weitem nicht in gleichem Maße, wie die Materialien M u. R. Auch im Zust. C läßt es sich noch ziemlich gut mit dem Hammer ausbreiten. Im geglühten Zustande ist es nach beiden Richtungen bei weitem zäher, als die Materialien M u. R, aber die Festigkeitswerthe liegen viel tiefer.

Die fertigen Flaschen haben die hohe Lage von σ_P, σ_S u. σ_B durch mechanische Bearbeitung bei niedrigen Hitzegraden erhalten (siehe $\sigma_S/\sigma_B = 0{,}94$). Hierbei hat die Dehnbarkeit des Materials erhebliche Einbuße erlitten, und zwar scheint dies ganz besonders im Fuß der Flasche in der Querrichtung der Fall zu sein. Die Werthe für W, Bg u. Ag bestätigen die erhebliche Abnahme der Formänderungsfähigkeit in der fertigen Flasche. Eine ganz geringe Abnahme der Materialqualität in den zersprengten Flaschen läßt sich erkennen.

Ueber das Bruchaussehen.

Das Bruchaussehen der gesprengten Flaschen (Taf. 1 bis 3) verleitet unwillkürlich dazu, gewisse Schlußfolgerungen ohne weiteres zu ziehen. Die geringere Zerfetzung der Flaschen M spricht auf den ersten Blick für diese, während die starke Zerfetzung der Flaschen E dieses Material als besonders gefährlich erscheinen läßt. Dieser Schluß erhält durch die mikroskopische Untersuchung eine starke Stütze. Denn in dem Material E finden sich sehr zahlreiche härtere Adern und Risse, die das Material geschichtet erscheinen lassen und zeigen, daß es zum Aufspalten neigt. In geringerem Maße trifft dies auch für Material R zu.

Es fragt sich, ob die eben besprochenen Gefügeverhältnisse die Materialien E u. R unbedingt gefährlicher machen, als das Material M mit seinem dichten und gleichmäßigen Gefüge. Denn nach den Ergebnissen der Festigkeitsversuche erscheint es keineswegs ausgeschlossen, daß die Flaschen E größere Sicherheit bieten würden, als die M- und R-Flaschen, wenn das Material nicht in so starkem Maße kalt bearbeitet worden wäre, als es bei den vorliegenden Flaschen ($\sigma_S/\sigma_B = 0{,}94$) geschehen ist. Diese Zerstörung des Materials nach den durch diese Gefügeverhältnisse schon vorgezeichneten Schichten ist eine Nothwendigkeit für geschweißtes Material, kann aber an sich keinen Maßstab für die Beurtheilung des Sicherheitsgrades liefern. Man muß aber zweifellos die Schichtenbildung in einem harten stahlartigen Material, wie sie in geringem Maße im Material R vorkommt, für gefährlicher halten, als in einem weichen schmiedeeisenartigen.

Materialqualität.

Wesentliche Ausstellungen an den zu den untersuchten Flaschen verwendeten Materialien können füglich nicht gemacht werden. Vergleicht man indessen die drei Materialien unter einander, so erscheint das Material R ungleichmäßiger, was sowohl aus den Festigkeitsversuchen als auch aus der chemischen Analyse hervorgeht. Das Verhalten des Materials der Flasche R_6 läßt es immerhin angebracht erscheinen, durch weitere Versuche die ausgesprochene Vermuthung wegen der Ungleichmäßigkeit des Materials R auf ihre Stichhaltigkeit zu prüfen, wenn man sich entschließen sollte, dieses Material auch in Zukunft zu verwenden. Das geschichtete Gefüge dieses stahlartigen Materials würde diese Vorsicht ebenfalls angebracht erscheinen lassen.

Gutachten und Fragebeantwortung.

Die zur Begutachtung vorgelegten Fragen, soweit die Versuchsanstalt imstande ist, sie zu beantworten, kann man wie folgt, in Worte fassen:

1. Nach welchem Verfahren ist die Abnahme zu bewirken?
2. Welche Anforderungen sind zweckmäßig an das Material zu stellen?
3. Wenn die nach Frage 2 empfohlenen Forderungen erfüllt sind, ist dann die Beanspruchung des Materiales mit $\sigma_K = 20$ kg/qmm zulässig?
4. Darf im Allgemeinen die Nutzspannung auf $^1/_3$ der Bruchspannung gesteigert werden, oder welche Grenzen sind zulässig?
5. Kann die Wasserdruckprobe das Material dauernd so verändern, daß seine Haltbarkeit darunter leidet?

Auf Grund der Prüfungsergebnisse und der sonst vorliegenden Erfahrungen müssen diese Fragen wie folgt beantwortet werden:

Zu Frage 1:

Es empfiehlt sich, die Abnahme satzweise zu bewirken.

Zu dem Zwecke muß das Material während der Fabrikation und schließlich die Flasche so bezeichnet werden, daß an den fertigen Flaschen erkannt werden kann, aus welcher Schmelzung eine jede stammt.

Für den abnehmenden Offizier ist zweckmäßig das Recht auszubedingen, daß er der Fabrikation jederzeit an allen Stellen beiwohnen darf, und daß ihm besonders vom Werke von jeder zu Flaschen verwendeten Schmelzung die ausgeführten Qualitätsproben und Analysenergebnisse zugänglich gemacht werden müssen.

Von jeder Schmelzung sind zwei Zerreißversuche, zwei Biegeproben und zwei Ausbreiteproben, je eine mit ausgeglühtem und je eine mit aus mäßig heller Rothgluth in Wasser von Zimmerwärme abgeschrecktem Material auszuführen. Die Probestücke hierfür können, wenn der Fabrikant hiermit einverstanden ist, aus Ausschußflaschen von der betreffenden Schmelzung, oder aus besonders für diese Proben ausgewalzten Stäben entnommen werden. Im ersteren Falle sollte dann aber die Wandstärke der Flasche höchstens um 2 mm größer sein als vorgeschrieben; im letzteren Falle soll der auszuwalzende Probeblock mitten im Guße der ganzen Schmelzmasse gegossen werden und höchstens einen Querschnitt von 100 qcm haben; er ist dann auf 40×8 mm auszuwalzen.

Von je 100 Stück vollständig zur Ablieferung fertigen Flaschen sind zwei Stück durch Wasserdruckprobe bis zur Erzeugung einer bleibenden Formänderung zu prüfen, die zwischen 0,5 und 1,5 mm, gemessen im Flaschenumfang, liegt. Diese Messungen sind mit einem dünnen, etwa 6 bis 8 mm breiten Stahlbandmaß zu machen, dessen Enden mit Millimetertheilung versehen sind. Wenn die Wasserdruckproben in einem geschlossenen Behälter mit Meßrohr ausgeführt werden, so tritt an Stelle der durch das Längenmaß bestimmten Erweiterung die dieser Erweiterung entsprechende verdrängte Wassermenge. Die für die Wasserdruckprobe bestimmten Flaschen sollen möglichst aus verschiedenen Schmelzungen entstammen, so daß das Material aus möglichst vielen Schmelzen zur Prüfung gelangt.

Die Flaschen sollen bei der Wasserdruckprobe einen Druck von 1,1 n Atmosphären (at) aushalten, ohne eine bleibende Formänderung zu erleiden, wenn n der Druck ist, der nach der normalen Füllung in der Flasche beim Bescheinen durch die Sonne erzeugt werden kann. Nachdem festgestellt ist, daß beim vorgeschriebenen Probedruck keine Erweiterung eintrat, ist der Druck niederzuschreiben, welcher die oben verlangte bleibende Formänderung hervorruft.

Nach der Wasserdruckprobe ist die Flasche, wie Fig. 35 zeigt, nach den Linien a bis d zu zerlegen.

An den Ringstücken K und F sind in der Mitte der Mantelflächen mindestens an vier gleichweit von einander entfernten Stellen die Wandstärken zu messen. Alsdann sind die Streifen für die Probestäbe aufzuzeichnen und zwar für je eine Zerreißprobe und Biegeprobe nach Längs- und Querrichtung in jedem Ring. Nachdem an den betreffenden Stellen die Oberfläche blank gemacht ist, werden die Abnahmestempel, wie in Fig. 35 angegeben und die Zeichen F und K nebst den Flaschennummern eingeschlagen.

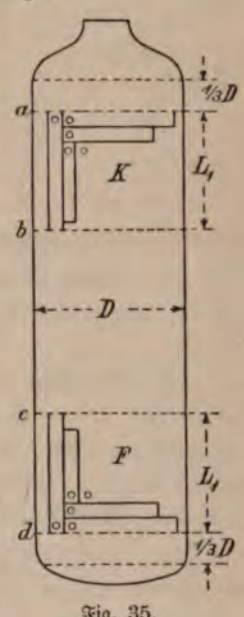


Fig. 35.

Das Abtrennen, Richten und Bearbeiten der Proben darf nur mit schneidenden Werkzeugen auf kaltem Wege geschehen und die fertig bearbeiteten Probestücke müssen auf unveränderter Fläche den unbeschädigten Stempel tragen; ihr Zustand darf also weder durch Ausglühen noch auf andere Weise verändert werden. Wenn der den Stempel tragende und dementsprechend länger gelassene Kopf nicht in die Einspannvorrichtung der Zerreißmaschine passen sollte, so darf er mit Zustimmung des abnehmenden Offiziers unmittelbar vor dem Versuch entfernt werden.

Die geprüften Stücke und die ebenfalls gestempelten Restistücke von den Ringen F und K müssen bis zu x Monaten nach geschehener Lieferung aufbewahrt und auf Verlangen an die Luftschifferabtheilung eingesendet werden.

Die Probeſtäbe für die Zerreißverſuche erhalten die in Fig. 36 angegebenen Abmeſſungen, bei denen die vorgeſchriebene Wandſtärke a der Flaſche als Einheit angenommen wurde.

Für a = 8 mm würden ſich alſo beiſpielsweiſe ergeben:

a = 8, Stabbreite b = 3 a = 24, Kopfbreite = 5 a = 40 mm.
Meßlänge l = (11,3 $\sqrt{f}$) oder ~ 20 a = 160 mm.
Gebrauchslänge (Länge des prismatiſchen Stabtheils) lg = 22 a = 176 mm.
Freie Länge zwiſchen den Einſpannvorrichtungen L = 28 a = 224 mm.
Stablänge L_1 = 43 a = 344 mm.

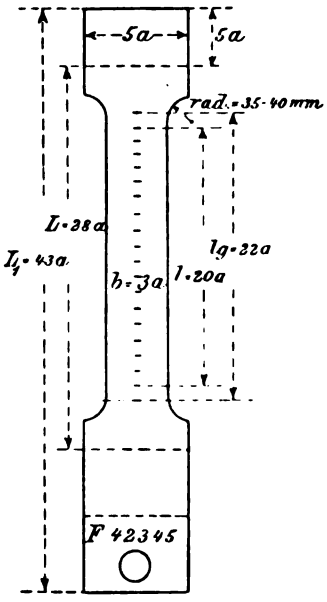


Fig. 36.

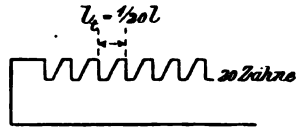


Fig. 37.

Fig. 38.

Die Meßlänge l iſt, am beſten mit Hülfe eines ſägenförmigen Anreißers Fig. 37, deſſen Zähne um $l_t = 1/20\ l$ auseinanderſtehen, mit einer Theilung zu verſehen. An dieſer Theilung iſt nach dem Bruch die Dehnbarkeit δ, gemeſſen auf je 5 und je 10 Theilungen vom Bruch, zu beſtimmen. Fällt der Bruch in die Nähe einer Endmarke, ſo daß die unmittelbare Meſſung nicht ausführbar iſt, ſo geſchieht die Meſſung nach Maßgabe von Fig. 38 auf dem Umwege, indem man die auf der einen Seite fehlenden Theilungen durch Ausmeſſen der gleichnamigen Theilungen auf der anderen Seite ergänzt, alſo z. B.

für je 5 Theilungen: Strecke $\overline{03'} + \overline{35} + \overline{05} = l_5 + \lambda_5$ (λ_5 = Verlängerung, welche die urſprüngliche Länge $l_5 = 5\ l_t$ erfuhr), hieraus ergiebt ſich dann:

$$\delta_5 = \frac{(l_5 + \lambda_5) - l_5}{l_5} \cdot 100\ \%$$

für je 10 Theilungen: Strecke $\overline{03'} + \overline{310} + \overline{010} = l_{10} + \lambda_{10}$.

$$\delta_{10} = \frac{(l_{10} + \lambda_{10}) - l_{10}}{l_{10}} \cdot 100\ \%.$$

Hierbei iſt die Länge $\overline{01}$ durch Meſſung auf einem Längsſtriche von Strich 0 bis zum Rand und vom Rand bis zum Strich 1 zu beſtimmen.

Durch dieſes Meßverfahren wird die Dehnbarkeit in einwandfreieſter Weiſe gemeſſen (vergl. „Beſchlüſſe der Konferenzen zu München, Dresden, Berlin und Wien über einheitliche Unterſuchungsmethoden bei der Prüfung von Bau- und Konſtruktionsmaterialien auf ihre mechaniſche Eigenſchaften" und „Mittheilungen" 1894 Heft 2 und 3).[1])

Die Stäbe für die **Biegeproben** erhalten die Abmeſſungen $a : b : L = 1 : 3 : 18$; ſie werden nachdem die Kanten in der Probemitte etwas mit der Feile abgerundet ſind, bei einer Stützweite $l = 15\,a$ in der Mitte mittelſt eines nach dem Halbmeſſer $r = a$ abgerundeten Stempels unter der Preſſe nach Fig. 39 gebogen und ſchließlich von den Enden her nach Fig. 40 zuſammengedrückt bis die erſten Anbrüche erzeugt werden. Hierbei dürfen indeſſen Riſſe, die nur in der Oberhaut liegen und keinen metalliſchen Bruch zeigen, nicht beachtet werden. Zum Schluß iſt der kleinſte Krümmungshalbmeſſer ϱ der neutralen Faſerſchicht mindeſtens bis auf 0,1 ϱ genau zu ſchätzen und hiermit

$$Bg = 50\,a/\varrho$$

zu berechnen; außerdem iſt der Winkel W zu meſſen. Bei gehärteten Proben wird ϱ ſehr groß und iſt dann ſchwer meßbar, daher tritt dann der Biegewinkel W als Gütemaßſtab auf.

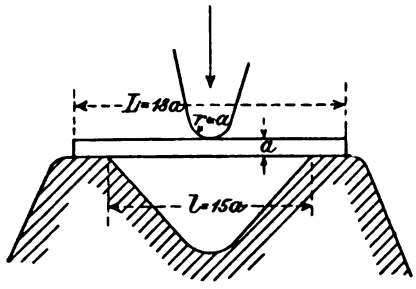


Fig. 39.

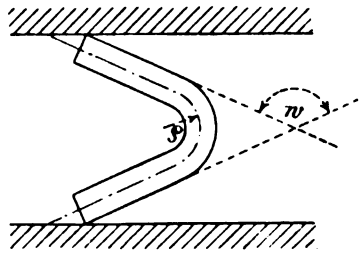


Fig. 40.

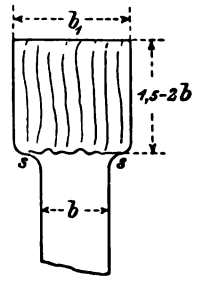


Fig. 41.

Zu den **Ausbreiteproben** werden die Hälften der Biegeproben verwendet, indem ſie mit der nach dem Halbmeſſer von 0,5 bis 1 a abgerundeten Finne eines Handhammers nach Maßgabe von Fig. 41 ſo ausgebreitet werden, daß die Dicke des ausgebreiteten Theiles überall gleichmäßig vermindert wird. Die Länge der Ausbreitung ſoll 1,5 bis 2 b betragen ($b = 3\,a$) und es iſt darauf zu achten, daß auch die Schultern bei S gehörig ausgetrieben werden. Sobald die erſten Riſſe eintreten, wird die Breite b_1 gemeſſen.

Alle Flaſchen werden einer **Waſſerdruckprobe** unterworfen, wobei die Spannung bis auf 1,1 n at geſteigert werden ſoll und bleibende Formänderungen nicht eintreten dürfen (n im vorher erläuterten Sinne verſtanden). Die nachher mit Gas oder Luft von 0,9 n at Druck gefüllten Flaſchen dürfen unter Waſſer gelegt, keine **Undichtigkeiten** zeigen.

Die Flaſchen müſſen außen und innen frei von Walz- und Ziehreifen ſein und dürfen auch ſonſt keine fehlerhaften Stellen zeigen. Die zerſchnittenen Probeflaſchen müſſen in der Mitte der Ringe K u. F gemeſſen, eine möglichſt gleichmäßige Wandſtärke beſitzen; als Spielraum hierfür wird geſtattet + 0,08 a und − 0,05 a. Der Unterſchied zwiſchen der dickſten und

[1]) Die Werthe δ_5 und δ_{10} entſprechen nach dem auf Seite 106 der letzteren Abhandlung gemachten Vorſchlage den Werthen $n = l/\sqrt{f}$, da $\sqrt{b \cdot a} = \sqrt{3} = 1{,}732$ und da

für δ_5 $l = 10$ | für δ_{10} $l = 20$ | ſo wird | $n = 5{,}8$ | $n = 11{,}6$.

Die letztere Zahl entſpricht dem von den Konferenzen in Vorſchlag gebrachten Werthe 11,3. Weiter unten wurde aber mit Rückſicht darauf, daß alle Werthe für δ bei den Verſuchen mit je 50 mm vom Bruch d. i. $n = 7{,}7$ bis 9,6 beſtimmt wurden (vergl. Tab. IV) der Werth $n = 5{,}8$ empfohlen.

dünnsten Wandstärke soll nicht mehr als 0,08 betragen. Das Gewicht der normalen Flasche wird auf G = x kg festgesetzt. Das Gewicht darf zwischen den Grenzen 0,98 und 1,05 G schwanken, indessen werden für Gewichte über 1,02 G x Mk. für jedes kg in Abzug gebracht.

Die Versuchsanstalt hält es für rathsam, daß die von ihr in Vorschlag gebrachten Zahlenwerthe in gemeinsamer Berathung mit der Luftschifferabtheilung, ihr und den Vertretern der Fabrikanten geprüft werden, weil bei mangelnder Kenntniß der Einzelheiten des Herstellungsverfahrens es leicht möglich ist, daß die Zahlen zu hoch oder zu niedrig gegriffen worden sind.

Zu Frage 2:

Zur Beantwortung der Frage 2 möchte die Versuchsanstalt auf Grund der vorliegenden Prüfungsergebnisse zunächst folgende Grundsätze in Vorschlag bringen.

Es erscheint zweckmäßig, bei möglichst hochliegender Streckgrenze ein Material zu verwenden, daß bei nicht zu hoher Festigkeit eine große Dehnbarkeit, besonders in der Querrichtung der fertigen Flaschen aufweist und bei dem das Abschrecken in Wasser möglichst geringe Veränderungen gegen die Eigenschaften im geglühten Zustande hervorruft. Ein solches Material wird den größten Sicherheitsgrad bieten und doch eine verhältnißmäßig hohe Nutzspannung zulassen, auf die es ja zur Erzielung der leichten Beweglichkeit der Truppe ankommt.

Hohe Lage der Streckgrenze läßt sich aber entweder durch die chemische Zusammensetzung erzielen, wobei dann auch die Bruchgrenze meistens hoch zu liegen pflegt und das Material in starkem Maße härtbar wird, oder durch mechanische Bearbeitung in niedrigen Hitzegraden, wodurch dann leicht die Formänderungsfähigkeit stark beeinflußt wird. Beim Material erster Art wird es namentlich geboten sein, die fertige Flasche auszuglühen, wenn das Material hohe Festigkeit besitzt. Bei dem Material zweiter Art aber würde sich das Ausglühen geradezu verbieten, weil damit die S-Grenze stark herabgeworfen würde und demgemäß die zulässige Nutzspannung σ_K erniedrigt werden müßte, was ja durchaus zu vermeiden ist.

Aus den vorentwickelten Gründen scheint es zweckmäßig zu sein, nur über die Lage der S-Grenze und die Höhe der Dehnbarkeit bestimmte Vorschriften zu machen, aber sonst für die Wahl und Behandlung des Materials so weite Grenzen zu lassen, daß es den Fabrikanten möglich ist, ihr Hauptaugenmerk auf die beiden wichtigsten Faktoren zu lenken. Ja, es empfiehlt sich vielleicht, auf die Erreichung möglichst hoher Dehnungswerthe eine gewisse Prämie zu setzen. Das Material erster Gattung darf indessen wegen der Gefahr des Sprödewerdens keine zu hohe Festigkeit besitzen, und beim Material zweiter Gattung, sollte die Festigkeit nicht unter ein gewisses Maß herabgehen, auch wenn die Zahlen für die Dehnbarkeit sonst allen Ansprüchen genügen. Daher empfiehlt es sich, die obere und untere Grenze doch nicht allzuweit zu stecken.

Das Ausglühen der Flaschen nach der Fertigstellung vorzuschreiben oder zu verbieten, empfiehlt sich aus den obigen Gründen nicht. Nichtsdestoweniger ist es aber von größtem Interesse, die Eigenschaften des Materials im geglühten und abgeschreckten Zustande genau zu kennen, weil man hieraus sich am zuverlässigsten ein Bild über seinen Charakter machen und vor allen Dingen sich ein Urtheil über den Gleichförmigkeitsgrad der Fabrikation verschaffen kann. Diese Kenntniß giebt dann wieder die Möglichkeit, noch nachträglich nach geschehener Lieferung die Schmelzen von etwa zweifelhaftem Charakter zu erkennen und die daraus entstammenden Flaschen nochmals genau zu prüfen. Aber es würde nach Ansicht der Versuchsanstalt nicht richtig sein, wollte man über die Materialeigenschaften in diesen beiden Zuständen bestimmte Vorschriften machen, ehe sehr umfangreiche Erfahrungen vorliegen. Die freie Bewegung würde dem Fabrikanten genommen und leicht würde ein unzweckmäßiges Material das Ergebniß solcher Vorschriften sein.

Aus den vorhin entwickelten Gründen schlägt die Versuchsanstalt die untenstehenden Grenzwerthe vor, die voraussichtlich den Fabrikanten aller drei Materialien auch in Zukunft den Wettbewerb ermöglichen würden. Denn das Material M würde den Forderungen unmittelbar entsprechen. Das Material R würde sich wohl den Bedingungen anpassen, wenn die fertigen Flaschen ausgeglüht werden, oder wenn man mit der mechanischen Bearbeitung eine kleine Wandelung vornehmen könnte. Das Material E, an sich ausgezeichnet, würde genügen, wenn man den Grad der mechanischen Bearbeitung etwas vermindern kann.

Die Vorschriften könnten etwa lauten: Für die fertigen Flaschen wird ein Material gewünscht, bei dem nach Ausführung der vorgeschriebenen Wasserdruckprobe und unter den für die Probenentnahme und Prüfungsausführung gemachten Vorschriften im Mittel aus allen gleichartigen Proben einer Flasche $\sigma_s = 40$ kg/qmm und δ_5 sowohl in der Längs- als auch in der Querrichtung größer als 12 % ist. Im übrigen müssen die folgenden Grenzwerthe bei allen Proben innegehalten sein.

	σ_s kg/qmm	σ_B kg/qmm	δ_5 % über	Bg über	Ag über
Gewünscht wird	40	—	12	—	—
Zugelassen wird als obere Grenze	45	70	—	—	—
Zugelassen wird als untere Grenze	35	40	10	30[1])	150

Als Streckgrenze soll diejenige Spannung angesehen werden, welche eine bleibende Formänderung λ' bis zu 0,002 l hervorruft (also für den früher angenommenen Fall $a = 8$ mm, $l = 160$ mm, $\lambda' = 160 \cdot 0{,}002 = 0{,}3$ mm) oder sonst durch den Abfall der Wage klar erkannt werden kann.

Liegt ein Zweifel an der Richtigkeit eines Versuchsergebnisses vor, reißt insbesondere eine Probe zu nahe am Kopf, so darf eine Ersatzprobe aus dem betreffenden Ring entnommen werden. In diesem Falle sind aber auch die ersten Ergebnisse zu protokolliren und die Gründe anzugeben, die zur Entnahme der Ersatzprobe führten. Die endgültige Entscheidung darüber, welche von den beiden Proben als maßgebend anerkannt werden soll, behält sich die Luftschiffer-Abtheilung vor.

Fällt das Ergebniß irgend einer Probe außerhalb der oben angegebenen Grenzen, so werden von den fertigen Flaschen mit der gleichen Schmelzungsnummer zwei neue Flaschen entnommen und den gleichen Proben unterworfen. Genügt auch hiervon eine Probe nicht, so sind alle Flaschen dieser Schmelzung untauglich zur Abnahme.

Zeigen die aus der einzelnen Schmelzung entnommenen Proben im geglühten oder abgeschreckten Zustande beträchtliche Unterschiede gegen die Mittelwerthe der ganzen Lieferung, so wird aus den Flaschen mit der betreffenden Schmelzungsnummer mindestens noch eine Flasche den vorgeschriebenen Festigkeitsproben unterworfen, wenn auch diese Flasche genügt, so werden alle Flaschen dieser Schmelzung abgenommen.

Aus allen Prüfungsergebnissen der Zerreißversuche in der Querrichtung wird nach Abschluß der Lieferung der Mittelwerth für die Dehnbarkeit gebildet und dem Fabrikanten für jedes Prozent Dehnbarkeit (δ_5) über 15 % hinaus eine Prämie von x Prozent der Lieferungssumme gewährt.

[1]) d. h. also da $50\,a/\rho = 30$ und $a = 1$, $\rho = \left(\frac{50}{30}a\right)$, oder wenn $W = 180$, daß die Schleifenweite $s = (5/3 - 1)\,a$, also für $a = 8$ mm, $s = 5{,}3$ mm.

Zu Frage 3.

Wenn die Abnahme nach den vorgeschlagenen Maßnahmen durchgeführt und das Material der fertigen Flaschen den oben gestellten Forderungen genügt, so hält es die Versuchsanstalt, angesichts der Nothwendigkeit, die Beweglichkeit der Truppe zu sichern, für zulässig, das Material bis zu einer Spannung von 20 kg/qmm gerechnet nach der einfachen Formel:

$$\sigma_K = \frac{d}{2}\frac{n}{s}$$

(worin d = innerer Durchmesser der Flasche, n = Druck in at und s = Wandstärke) zu beanspruchen. Hierbei wird aber vorausgesetzt, daß als größter Gasdruck derjenige Druck in Ansatz gebracht wird, den die gefüllte Flasche bei Erwärmung durch Sonnenbestrahlung auszuhalten hat und der oben mit n bezeichnet wurde.

Zu Frage 4.

Es ist zwar im Allgemeinen bisher üblich gewesen, den Sicherheitsgrad einer Konstruktion nach dem Verhältniß zwischen zulässiger Spannung und Bruchspannung zu berechnen; indessen ist das eigentlich nicht empfehlenswerth, weil weit mehr die Lage der Proportionalitäts- und Streckgrenze und der Umstand in Frage kommt, ob diese beiden Grenzen in dem Material bereits künstlich verändert sind oder nicht. Außerdem wiegt der Umstand mit, ob die Inanspruchnahme im Betriebe etwa die Richtung wechselt, ob die Inanspruchnahme im Betriebe etwa dem Sinne, in welchem eine künstliche Erhöhung oder Erniedrigung der beiden Grenzen stattfand, entgegenwirkt oder nicht, ob zwischen den wechselnden Inanspruchnahmen kurze oder lange Zeit vergeht, Erschütterungen, Erwärmungen und andere Umstände können mitwirken.

Im vorliegenden Falle finden aber alle wesentlichen Beanspruchungen in gleichem Sinne statt, und die Wasserdruckprobe wird wohl immer eine geringe Aufweitung der Flaschen erzeugen, so daß man ziemlich sicher annehmen darf, daß die P- und S-Grenze, die das Material nach Fertigstellung der Flaschen angenommen hat, sich im Laufe der Zeit nicht erniedrigen wird. Die im vorigen Absatz zugestandene Beanspruchung mit 20 kg/qmm ist allerdings in Anbetracht des Zweckes hoch gegriffen, aber sie dürfte an sich keine Gefahr bringen, wenn nicht ganz ungewöhnliche Umstände hinzutreten. Immerhin wird es sich empfehlen, für eine feste Lagerung im Transportwagen Sorge zu tragen, so daß wesentliche Schläge der Flaschen gegeneinander ausgeschlossen sind.

Zu Frage 5.

Die Frage 5 glaubt die Versuchsanstalt aus den in Vorstehendem mehrfach berührten Gründen verneinen zu dürfen, wenn die Wasserdruckprobe sich in den oben angegebenen Grenzen hält.

Schädigung des Metalls durch Säuren.

Zu beachten dürfte aber sein, was die Königliche chemisch-technische Versuchsanstalt in dem unter III mitgetheilten Gutachten über den Angriff des Metalls durch unreines Gas aussagt.

Wenn auch die Königliche chemisch-technische Versuchsanstalt die Absorption von Gasen durch das Metall in Abrede stellt, so liegen doch andererseits Erfahrungen vor, die die Wirkung von Säuren über das Maß hinaus gefährlich erscheinen lassen, das durch die Verminderung der Wandstärke unter ihrem Angriff gegeben ist. Das Eintreten der sogenannten Beizsprödigkeit ist bei Drähten in Drahtziehereien oft beobachtet und hat dort zu besonderen Maßnahmen geführt. Wenn auch Versuche, die nach Bekanntwerden dieser Thatsache in der Versuchsanstalt ausgeführt wurden (vergl. „Mittheilungen" 1890, Ergänzungsheft I) zunächst zu negativen Ergebnissen führten, so hält doch die Versuchsanstalt selbst die Sache für keineswegs abgeschlossen und hält es für praktisch wichtig, diese Versuche im gegenwärtigen Falle weiter fortzusetzen.

(Folgt Unterschrift.)

2. Vorbereitung von Papier für mikroskopische Zwecke.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Von der „Anleitung zur mikroskopischen Analyse" von Professor H. Behrens in Delft ist Anfang dieses Jahres das zweite Heft erschienen, in welchem der Verfasser die wichtigsten Faserstoffe der Papier- und Textilindustrie abhandelt.

Bei Besprechung der Zerfaserung des Papiers für die Zwecke der mikroskopischen Papierprüfung wird bemerkt, daß eine solche Zertheilung des vorher mit verdünnter Natronlauge gekochten Papiers durch Schütteln mit Wasser in einem zur Hälfte mit Wasser gefüllten cylindrischen Flasche am besten vor sich geht. Verfasser fährt dann fort:

> „Durch Zugabe von Porzellankügelchen oder Granaten, wie die Charlottenburger Prüfungsanstalt vorschreibt, wird die Zertheilung beschleunigt. Diese Zusätze haben den Uebelstand, daß man im Ungewissen sein kann, ob nicht durch dieselben Fasern von einer Probe in die andere verschleppt werden und ob nicht Glas- und Steinsplitterchen in die Proben gelangen."

Diese Aeußerung bedarf einer Richtigstellung, da sie den Verdacht aufkommen lassen kann, daß bei Ausführung der amtlichen Papierprüfungen infolge der üblichen Vorbereitungsmethoden für die mikroskopische Untersuchung infolge einer Verschleppung von Fasern irrthümliche Angaben über den Fasergehalt eines Papiers gemacht werden können. Zum besseren Verständniß dieser Richtigstellung erscheint es zweckmäßig, die Art der Vorbereitung des Papiers für mikroskopische Zwecke, so wie sie in der Versuchsanstalt zur Ausführung gelangt, zunächst kurz zu schildern.

Hinsichtlich der Entnahme der Probestücke aus dem zur Verfügung stehenden Papier hat man darauf zu achten, daß das entnommene Material eine gute Mittelprobe darstellt; hat man daher mehrere Bogen Papier, so entnimmt man aus jedem derselben ein Stück, hat man nur einen Bogen, so werden aus diesem an verschiedenen Stellen kleine Theile entnommen; in beiden Fällen werden die ausgewählten Stücke vereinigt weiter verarbeitet.

Steht nur sehr wenig Probematerial zur Verfügung, wie es z. B. bei Untersuchung kleiner Muster ꝛc. der Fall ist, so muß man sich natürlich mit einem kleinen Stück begnügen.

Je nachdem nun viel oder wenig Material zur Verfügung steht, wird in der Versuchsanstalt eins der nachstehend geschilderten Verfahren angewendet.

I. Verfahren für kleine Proben.

Ein Papierstreifen von etwa 10 mm Breite und 40 mm Länge wird in einem Probirgläschen mit 3—4 ccm etwa einprozentiger Aetznatronlösung übergossen und das ganze aufgekocht, wobei man in den meisten Fällen schon hierdurch einen klumpigen Papierbrei erhält; man kühlt das Probirglas durch Eintauchen in kaltes Wasser etwas ab, verschließt die Oeffnung des Glases mit dem Daumen und schüttelt den breiigen Inhalt kräftig durch; ein mehrmaliges Schütteln genügt, um ihn völlig zu zertheilen und sämmtliche Faserklumpen in einzelne Fasern zu zerlegen.

Den Inhalt des Probirglases gießt man dann auf ein kleines Stück feines Maschinensieb, in das man in der Mitte mit dem Daumen eine kleine Vertiefung gedrückt hat; nach dem Ablaufen der Kochlauge übergießt man den Brei noch 1—2 Mal mit Wasser, um die größte Menge der anhaftenden Lauge zu entfernen, und benützt ihn dann ohne Weiteres zur Herstellung der Präparate.

Das ganze Vorbereitungsverfahren nimmt nur wenige Minuten in Anspruch.

II. Verfahren für größere Proben.

Die entnommenen Probestücke werden in einer Porzellanschale mit einem halben Liter etwa $^1/_2$prozentiger Natronlauge übergossen, der Inhalt bis zum Kochen erhitzt und das Papier durch Umrühren in einen dicken klumpigen Brei verwandelt; dieser wird in ein trichterartiges Gefäß geschüttet, welches unten durch ein feines Maschinensieb abgeschlossen ist; die Natronlauge läuft durch das Sieb, und die den Fasern noch anhaftende Lauge wird durch nachheriges Uebergießen mit Wasser zum größten Theil entfernt.

Der zurückbleibende Brei, dessen Klumpen noch aus mehr oder weniger innig zusammenhängenden Fasern bestehen, muß nun zur Trennung der Fasern mechanisch weiter zertheilt werden; zu diesem Zweck bringt man ihn in eine weithalsige, mit einem Glasstöpsel verschließbare Pulverflasche von rund 400 ccm Inhalt, die etwa zu $^1/_8$ mit Tarirgranaten und zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist. Beim Durchschütteln des Breies mit den Granaten lösen sich die Fasern leicht von einander los, und man erhält einen nur aus einzelnen Fasern bestehenden Stoff; diesen gießt man zurück auf den Siebtrichter, und nach dem Ablaufen des Wassers bleibt ein feiner gleichmäßiger Brei auf dem Sieb, der sich auf dem Objektträger leicht zertheilen läßt und sich zum Mikroskopiren vortrefflich eignet.

Das Trichtersieb und die Schüttelflasche werden zweckmäßig nach dem Gebrauch sogleich wieder gereinigt. Das Sieb wird abgespült bis alle Fasern entfernt sind; die Flasche wird mit Wasser gefüllt, durchgeschüttelt, wieder entleert und so fortgefahren, bis nach dem Umschütteln in dem über den Granaten stehenden Wasser keine Fasern mehr bemerkt werden; auch ganz vereinzelte Fasern machen sich in dem Wasser deutlich bemerkbar, so daß man mit größter Sicherheit erkennen kann, ob in der Flasche noch Fasern vorhanden sind oder nicht.

Ein Verschleppen von Fasern von einer Vorbereitung zur anderen, wie sie Professor Behrens als möglich hinstellt, kann nur bei grober Unachtsamkeit des Ausführenden vorkommen, und bei einer solchen würden auch die besten Vorschläge nichts helfen.

Sollten bei dem Schütteln sich Granat- oder Glassplitterchen ablösen und in den Stoff kommen, so könnten diese die Untersuchung nicht beeinflussen; es sei aber bemerkt, daß bei der überaus großen Anzahl von Papieren, welche in der Versuchsanstalt nach dem erwähnten Verfahren vorbereitet und dann mikroskopisch untersucht wurden, Glas- oder Granatsplitter in den Präparaten bisher nicht beobachtet worden sind.

Prof. Behrens hat nun in seinem eingangs angeführten Werk für die Vorbereitung und Zerfaserung des Papiers zur mikroskopischen Untersuchung folgende Vorschläge gemacht.

A. Abgekürztes Verfahren für kleine Proben.

Dieses Verfahren soll dann zur Anwendung gelangen, wenn es sich nur um die Ermittelung der in größerer Menge vorhandenen Faserstoffe handelt; die Ausführung ist folgende:

> „Man setzt einen Tropfen Wasser auf das Papier und reibt es in kurzen parallelen Strichen mit einer ziemlich flach gehaltenen Präparirnadel. Nach einigen Sekunden hat sich ein Häufchen loser Fasern angesammelt, welche man mit der Nadel abhebt und mit Hülfe einer zweiten Nadel auf einem Objektträger in einem Tropfen Wasser zerzupft. Kleb- und Füllstoffe bleiben größtentheils im Wasser, welches sich auf dem Objektträger befindet. Will man ganz sicher gehen, so kann man die Fasern auf dem Objektträger mit ein wenig Alkali erwärmen und durch zweimaliges Absaugen auswaschen. In einzelnen Fällen, wo

es gilt die Reinheit von Leinen- und Hanfpapier festzustellen, kann Absaugen mit Filtrirpapier unstatthaft sein, hier hilft man sich durch einen Kunstgriff. Man zieht auf dem horizontal gehaltenen Objektträger mit einem Platindraht oder einem dünnen Glasstäbchen einen kleinen Tropfen zu einem Flüssigkeitsfaden aus, der schließlich mit dem Probetropfen in Berührung gebracht wird, schiebt die Fasern in einer Ecke des Objektträgers zusammen, legt davor das Stäbchen flach an und neigt den Objektträger so, daß die Flüssigkeit in dem vorgezeichneten Kanal abläuft. Die letzten Antheile bringt man zum Ablaufen, indem man den Glasstab langsam aufrichtet. Mit einiger Aufmerksamkeit bringt man es bald dahin, daß nur vereinzelte Fäserchen mitgeführt werden."

Das vorgeschlagene Verfahren deckt sich also im Großen und Ganzen mit dem in älteren Werken vorgeschlagenen Wege, von dem zu untersuchenden Papier ein Häufchen Fasern abzuschaben und diese unter dem Mikroskop zu betrachten. Diese rohe Vorbereitung, die man allenfalls als Nothbehelf unter beschränkten Verhältnissen, nicht aber als Methode empfehlen sollte, entspricht nicht mehr den Anforderungen, welche man heute an Materialprüfungsverfahren zu stellen berechtigt ist. Zunächst erscheint es bei dem heutigen Stande der Papierprüfung nicht angebracht, ein besonderes Vorbereitungsverfahren „zur Ermittelung der in größerer Menge anwesenden Faserstoffe" vorzuschlagen; dieser Fall wird praktisch kaum eine Bedeutung haben, denn wenn mit einem Papier überhaupt eine mikroskopische Prüfung vorgenommen werden soll, wird sie sich in den meisten Fällen auf die Ermittelung aller vorhandenen Fasern ausdehnen müssen. Aber auch abgesehen hiervon leistet die Methode nicht das, was man heute von jeder Vorbereitungsmethode für mikroskopische Zwecke fordern muß, nämlich die völlige Trennung der Fasern von einander unter möglichster Entfernung aller anderen etwa vorhandenen Stoffe (Leim, Füllstoffe 2c.). Wer einmal Gelegenheit gehabt hat Papierfasern, welche nach obigem Verfahren zubereitet waren, im Mikroskop zu betrachten und mit Fasern in Vergleich zu stellen, welche in oben unter I und II beschriebenen Weise vorbereitet wurden, der kann nicht im Zweifel darüber sein, welchem Verfahren er den Vorzug giebt. Während man bei den gekochten und geschüttelten Proben im mikroskopischen Bilde die Fasern einzeln und in größter Klarheit erhält, zeigen die nach dem Behrens'schen Vorschlag hergestellten Objekte, wenn man nicht eine außergewöhnlich lange Zeit für das Präpariren aufwendet, mehr oder weniger große Faserklümpchen, deren einzelne Bestandtheile nicht mit Sicherheit zu erkennen sind; und auch die einzeln liegenden Fasern lassen an Klarheit viel zu wünschen übrig.

Befremdlich im Hinblick auf die später auszuführenden Färbungen erscheint, daß Behrens es dem Beobachter freistellt, die Fasern mit Alkalien zu behandeln oder nicht; nach den in der Versuchsanstalt gemachten Erfahrungen ist es, wenn man die Färbungen der Fasern mit zur Beurtheilung heranziehen will, unbedingt nöthig, den Papierstoff stets der gleichen Vorbehandlung zu unterwerfen; es geschieht dies hier in der bereits erwähnten Weise, daß das Papier mit verdünnter Natronlauge zerkocht wird. Diese Behandlung wird auch in den Fällen vorgenommen, in denen man schon ohne Behandlung mit Lauge eine Trennung der Fasern bewerkstelligen könnte, wie z. B. bei Filtrir- und Löschpapieren.

Das Absaugen von Flüssigkeiten aus dem Faserklümpchen mit Hülfe von Filtrirpapier sollte man, sobald man wie Behrens ohne Deckgläschen arbeitet, nicht nur bei Leinen- und Hanfpapier, sondern bei allen Papieren vermeiden, um so mehr, als man ja von vornherein nicht weiß, mit welchen Rohstoffen man es in dem zu untersuchenden Papier zu thun hat. Eine

Uebertragung von Fasern des Filtrirpapiers kann aber nicht nur bei Leinenpapieren, sondern auch bei solchen von anderer Stoffzusammensetzung zu Irrthümern führen. Daher ist die Anwendung von Gipsplättchen oder unglasirten Porzellanscherben an Stelle von Filtrirpapier vorzuziehen.

B. Zertheilung größerer Proben.

Bei der Vorbereitung größerer[1]) Proben verfährt Behrens zunächst so, wie es in der Versuchsanstalt üblich ist und oben unter II geschildert wurde; das Probestück wird in kleine Stücke zerrissen und diese mit einprozentiger Natronlauge gekocht; der Brei wird mit heißem Wasser ausgewaschen (auf welche Weise ist nicht angegeben) und dann zerfasert. Gegen die Zerfaserung mit Granaten macht Verfasser den eingangs erwähnten Einwand und schlägt an Stelle derselben eine Spirale aus steifem Draht vor.

> „Hartgezogener Eisendraht von 0,5—0,7 mm Dicke ist hierfür geeignet, besser ist Nickeldraht, welcher dem Rosten nicht unterworfen ist. Hat man die Gelegenheit, so plätte man den Draht in einem Walzwerk auf $^2/_3$ der anfänglichen Dicke. Er rollt sich dann gleichmäßiger und gewinnt an Wirksamkeit. Man rollt den Draht in Schraubenwindungen um einen Bleistift oder ein Glasrohr von passender Dicke, zieht die Schraube auf die Länge des Schüttelcylinders aus, drückt die Enden nach einwärts und biegt die Hohlschraube zu einem Sechstelkreis. Hiermit wird bezweckt, daß die Enden und die Mitte gegen das Glas geklemmt sind und zugleich, daß die Flüssigkeit bei dem Schütteln nirgends ungehemmten Durchgang findet. Man schiebt zuerst die Spirale in den Schüttelcylinder, bringt alsdann die Papierstückchen ein, spült mit Wasser nach und füllt damit bis zu halber Höhe des Schüttelcylinders auf. Die Zerfaserung erfolgt schnell und die Fasern werden gründlich gespült, da sie größtentheils um die Drahtwindungen geschlungen sind. Kann man sich mit Material für eine Anzahl von Präparaten der Fasern begnügen, so wird das Wasser mit den darin aufgeschwemmten Fasern und Füllstoffen weggegossen, das Schütteln mit reinem Wasser wiederholt und man hat nun an der Spirale gut gespültes Material für eine große Anzahl von Präparaten."

Eine Reihe von Zerfaserungen, die in vorgeschlagener Weise in der Versuchsanstalt vorgenommen wurden, führten zu folgenden Beobachtungen:

1. Die Zerfaserung geht in angegebener Weise sehr leicht von statten; die Spirale spielt indessen bei der Trennung der Fasern keine große Rolle, denn ohne Anwendung[2]) derselben erfolgt die Zerfaserung fast ebenso leicht. Bei so kleinen Mengen Papier ist eben, wie oben unter I geschildert wurde, das Schütteln allein ausreichend, um die Fasern zu trennen.
2. Nach dem Schütteln hängen an der Drahtspirale vorzugsweise die längeren Fasern, während die kürzeren sich mehr in der Flüssigkeit befinden. Die

[1]) Ein Blättchen Papier von 2—3 qcm, wie es Behrens für diesen Zweck vorschreibt, kann man wohl kaum eine „größere Probe" nennen.

[2]) Einen Uebelstand bringt die Spirale dadurch mit sich, daß sich zuweilen Papierstücke zwischen Wand und Spirale festklemmen, die dann nicht zerfasert werden; bei der Untersuchung eines fertigen Papiers will dies nicht viel sagen; man erhält dann nur etwas weniger Material. Bei Herstellung von Vergleichsproben in bestimmten Mengenverhältnissen indessen, darf ein solches Festklemmen nicht unbeachtet bleiben; man muß dann die Lage der Spirale verändern und von neuem schütteln.

von der Spirale aus präparirten Fasern können also zu falschen Schlüssen führen

a) hinsichtlich des Zustandes der Fasern,

b) hinsichtlich der Menge der verschiedenen Faserſorten.

Eine Reihe von vergleichenden Präparaten, bei denen die Fasern einmal von der Spirale und ferner aus der Flüssigkeit entnommen wurden, haben dies durchweg bestätigt, so daß vor einer Probeentnahme in der vorgeschlagenen Weise gewarnt werden muß.

Für die Gewinnung des gesammten zerfaserten Materials giebt Behrens dann in Anschluß an das obengesagte folgende Vorschrift:

„Will man das sämmtliche Material sammeln, so wird der Cylinder in einen Retortenhalter gespannt, die oberste Windung der Spirale mit einer Klemmpinzette gefaßt, eine zweite Pinzette unter leichtem Druck von der Seite her um diese Windung gelegt, und nun die Spirale herausgeschraubt, wobei die lose angelegte Pinzette die Fasern abstreift. Nachdem fünf oder sechs Windungen gereinigt sind, läßt man die Klemmpinzette fahren und dreht aus freier Hand weiter. Die Spirale wird in einem weiten Cylinder mit Wasser geschüttelt, getrocknet (am schnellsten in einem schräg gehaltenen heißen Lampencylinder) und gebürstet. Sicherheitshalber kann man sie vor abermaligem Gebrauch rasch durch eine Bunsenflamme ziehen; versengte Fäserchen sind dann leicht durch Ueberfahren mit einem Staubpinsel zu entfernen. Scheidung der Fasern von dem trüben Wasser ist am leichtesten durch Anwendung von Wärme zu erreichen. Man schüttet die milchige oder dünnbreiige Masse in ein halbkugeliges Porzellanschälchen (am besten gestielt), und spült mit so viel Wasser nach, daß das Schälchen nahezu gefüllt wird und erwärmt rasch zu beginnendem Sieden. Dabei zieht die Fasermasse sich von der Wandung der Schale zurück und kommt an die Oberfläche, so daß man die trübe Flüssigkeit abgießen kann, wobei die Fasern mit einem Löffel zurückgehalten werden, oder sie mit einem Sieblöffel herausschöpfen. Letzteres Verfahren ist vorzuziehen, wenn man nach schweren Beimengungen (Sand, Schwerspath) suchen will. Behufs vollständiger Abscheidung der Füllstoffe kann das Schütteln und Ausschöpfen wiederholt werden."

Verfasser sagt in der Einleitung zu seinem Werk, daß seine Vorschläge zur Ausführung von Papierprüfungen minder Aufwand an Zeit und Arbeit erfordern sollen als die bisher üblichen; in Bezug auf das geschilderte Vorbereitungsverfahren trifft diese Zusage kaum zu; ein weiteres Eingehen hierauf, erscheint nach wörtlicher Wiedergabe der Behrensschen Vorschläge überflüssig.

Nach Vorgesagtem möchte ich mein Urtheil über die Letzteren wie folgt kurz zusammenfassen:

1. Der von Prof. Behrens für die Vorbereitung kleiner Proben gemachte Vorschlag kann nur als Nothbehelf in Ermangelung von Geräthschaften ꝛc. angesehen werden; ihn als ein regelrechtes Verfahren zu empfehlen, bedeutet einen Rückschritt.
2. Das für größere Proben vorgeschlagene Verfahren ist umständlicher als die Zerkleinerung mit Hülfe von Granaten. Die Entnahme der Fasern von der Spirale sollte auf alle Fälle unterbleiben und die Proben nur aus dem gesammelten gesammten Fasermaterial entnommen werden.

3. Erfahrungen einer Reihe von Behörden mit den aus dem Publikum eingehenden Schriftstücken.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

In Heft 6 der „Mittheilungen" 1894 und Heft 5 des Jahres 1895 wurden die Erfahrungen mitgetheilt, die die Versuchsanstalt bei Prüfung von 122 in Papier-Kleinhandlungen Berlins und Leipzigs aufgekauften Papieren gesammelt hatte. Die Papiere konnten bekanntlich, obwohl sie als beste Papiere gekauft waren, nur zu einem geringen Prozentsatz als gute Aktenpapiere bezeichnet werden.

Die Bedeutung dieser Thatsache für den Aktenbestand unserer Behörden liegt auf der Hand; die aus dem Publikum eingehenden Schriftstücke machen einen bedeutenden und wichtigen Bestandtheil der Akten aus; es bestehen aber für das Publikum keinerlei Vorschriften über die bei Behörden einzureichenden Schriftstücke; jeder benützt das ihm zur Verfügung stehende Papier ohne Rücksicht auf dessen Eigenschaften. Welcher Art diese Papiere im günstigsten Falle sind, zeigen die an oben genannten Stellen gemachten Mittheilungen. Im allgemeinen werden sich die Verhältnisse indessen noch weit ungünstiger gestalten, weil das große Publikum in den meisten Fällen nicht die besten Papiere ohne Rücksicht auf den hierfür verlangten Preis fordern, sondern sich durch den Preis in der Auswahl mitbestimmen lassen wird. Die Folge hiervon wird sein, daß die Durchschnittsgüte der so beschafften Papiere noch weit unter derjenigen der geprüften 122 Papiere liegen wird.

Um zu ermitteln, welche Erfahrungen seitens der Behörden mit den aus dem Publikum eingehenden Schriftstücken gemacht worden sind, schickte die Versuchsanstalt einen Sonderabdruck der oben an erster Stelle erwähnten Arbeit an eine Reihe von Behörden mit der Bitte, die gemachten Beobachtungen zur Erweiterung der Erfahrungen der Versuchsanstalt mitzutheilen.

Es haben diese Anfrage erhalten:

9	Ministerien,	hiervon	haben	geantwortet	9
16	Regierungen,	„	„	„	12
13	Oberlandesgerichte,	„	„	„	7
10	Militärintendanturen,	„	„	„	7
8	Eisenbahndirektionen,	„	„	„	4
8	Provinzialsteuerdirektionen,	„	„	„	8
5	Landgerichte,	„	„	„	2
5	Polizeipräsidien,	„	„	„	4
4	Kadettenanstalten,	„	„	„	2
8	Verschiedenartige Behörden,	„	„	„	6

Insgesammt wurden also befragt 86 Behörden, von denen 61 Antworten ertheilten.

Von den meisten Behörden wird Klage darüber geführt, daß das aus dem Publikum eingehende Papier überaus mangelhaft sei, und daß auch oft die von dem amtlichen Format abweichende Größe der Bogen dazu beitrage, daß dergleichen Schriftstücke, insbesondere die Rechnungen, sich in den Akten nicht gut halten. Nachstehend mögen in Kürze die von den verschiedenen Behörden gemachten Aeußerungen wiedergegeben werden.

I. Ministerien.

Von den Ministerien haben zwei mit den vom Publikum eingehenden Schriftstücken keine besonders schlechten Erfahrungen gemacht, während sieben über die Güte derselben Klage führen; das Papier sei sehr mangelhaft, zu dünn, sehr brüchig, besonders im Falz, und zur Aufbewahrung in den Akten wenig geeignet; hinter dem Behördenpapier stehe es an Güte erheblich zurück; bei nothwendiger mehrmaliger Versendung würden die Schriftstücke häufig so beschädigt, daß die einzelnen Stücke nur durch Ueberkleben mit anderem Papier zusammengehalten werden könnten. Als besonders schädlich für die gute Erhaltung der Akten erweise sich der Umstand, daß die Höhen- und Breitenmaße der eingeschickten Schriftstücke oftmals von denen der amtlichen abweichen und so zu Rissen und Brüchen Veranlassung geben.

Auch über das von Anstalten, die unter Staatsaufsicht stehen, eingehende Papier wird geklagt; es sei von geringer Güte und zur dauernden Aufbewahrung in den Akten nicht geeignet.

II. Regierungen.

Eine Regierung theilt mit, daß von dem Publikum keine besonders schlechten Papiere zu Eingaben benützt werden, während 11 Regierungen mit derartigen Schriftstücken sehr schlechte Erfahrungen gemacht haben. Das Papier gehe im Bruch leicht auseinander, bestehe vorwiegend aus Holzschliff und Holzzellstoff und gewähre keine Bürgschaft für lange Ausdauer. Zuweilen sei es von so geringer Festigkeit, daß es nicht einmal das Heften aushält; auch käme es häufig vor, daß es bereits nach kurzer Zeit vergilbt, was ebenfalls mit zum Verfall der Akten beitrage; auch hinsichtlich der Leimung seien oft Klagen zu erheben.

Die Normalpapiere scheine das Publikum nicht zu kennen oder zu würdigen, und die Papierhändler scheinen sich der Aufgabe, das Publikum aufzuklären, nicht zu unterziehen.

Ueber die verschiedenartigen Bogengrößen wird auch seitens der Regierungen geklagt.

Seitens einer Regierung wird noch besonders darauf hingewiesen, daß nicht nur von Privaten und Kommunalbehörden, „sondern auch von Staatsbehörden Schriftstücke eingehen, für welche ein Papier von minder guter Beschaffenheit oder ohne Wasserzeichen, das die Qualität näher erkennen läßt, Verwendung gefunden hat."

Wiederholt wird es für wünschenswerth erachtet, daß in diesen Verhältnissen im Interesse eines dauerhaften Aktenmaterials Wandlung geschaffen werde.

III. Oberlandesgerichte.

Ein Oberlandesgericht hat besondere Erfahrungen über die Benützung schlechter Papiere seitens des Publikums nicht gemacht; die sechs übrigen erklären, zum Theil nach Befragen der ihnen unterstellten Land- und Amtsgerichte, daß das aus dem Publikum eingehende Papier fast durchweg sehr mangelhaft sei. Es erweise sich als sehr brüchig, reiße leicht im Falz, müsse zum Zusammenhalten oft überklebt werden ꝛc.; das Papier sei oft so locker, daß die Feder leicht durch das Blatt gehe, und die Leimung sei vielfach so gering, daß die Tinte durchschlägt. Bei einem Amtsgericht hat sich dieser Uebelstand insbesondere bei den Prozeß- und Vormundschaftsakten bemerkbar gemacht, in denen sich Papiere zusammenfanden, „die nach ihrer Beschaffenheit kaum der Benützung werth sind, und nach kürzerem oder längerem Liegen in den Akten brüchig werden und zerreißen."

Die Nachtheile, welche durch die verschiedenen Größen der Schriftstücke entstehen, indem überstehende Ränder leicht beschädigt werden, werden von allen Stellen hervorgehoben „und die auf Verwendung besseren Papiers gerichteten Bestrebungen, zu deren Förderung sich den Justizbehörden nur selten Gelegenheit bietet, mit Freuden begrüßt."

IV. Militärintendanturen.

Von den Intendanturen theilen drei mit, daß sie vorzugsweise mit den Behörden, und mit dem Publikum verhältnißmäßig wenig Verkehr haben, und daher ein Urtheil über das von diesem zu seinen Eingaben benützte Papier nicht abgeben können.

Die übrigen vier haben mit den Eingängen aus dem Publikum schlechte Erfahrungen gemacht, die indessen nicht von großer Tragweite sind, da die Schriftstücke entweder im Original zurückgehen, oder nur kurze Zeit aufbewahrt werden, so daß eine Gefahr für die Ausdauerfähigkeit der Akten nicht besteht.

V. Eisenbahndirektionen.

Eine Eisenbahndirektion theilt mit, daß zwar das aus dem Publikum eingehende Papier nicht immer den Anforderungen entspreche, welche an das bei Behörden zur Verwendung kommende Papier hinsichtlich der Haltbarkeit gestellt werden, daß sich aber Unzuträglichkeiten hieraus bisher nicht ergeben haben, da diejenigen Schriftstücke, welche längere Zeit aufzubewahren sind, als: Verträge, Abschlüsse ꝛc. fast immer von der Behörde ausgefertigt und den Interessenten nur zur Unterschrift vorgelegt werden.

Bei einer zweiten Direktion hat sich das aus dem Publikum eingehende Papier meist gut gehalten; nur in vereinzelten Fällen zeigte es sich im Rücken brüchig, so daß es leicht aus dem Aktenstück herausgerissen wurde.

Die beiden anderen Direktionen berichteten übereinstimmend, daß diejenigen Fabrikanten, Kaufleute ꝛc., welche häufiger Schriftstücke einreichen, im Großen und Ganzen auch ein hierfür geeignetes Papier benützen; von anderen Geschäftsleuten und Privatpersonen gehen indessen meist Papiere ein, welche sich ebensowenig zum Niederschreiben von Bescheiden wie zum Einkleben in die Akten eignen. Um die Erhaltung derartiger Schriftstücke zu ermöglichen, müßten dieselben oft zusammengeklebt, oder ganz mit Normalpapier unterklebt werden. „Im allgemeinen können auch wir erklären, daß der größte Theil des Publikums zu Schriftstücken an Behörden ein Papier verwendet, welches zur dauernden Aufbewahrung in den Akten ungeeignet ist."

VI. Provinzialsteuerdirektionen.

Eine Steuerdirektion hat besondere Erfahrungen mit den aus dem Publikum eingehenden Schriftstücken nicht gemacht, weil letztere nur kurze Zeit in den Akten aufbewahrt werden.

Die übrigen sieben führen Klage über die schlechten Papiersorten sowie über die verschiedene Bogengröße der Eingaben und erklären Maßnahmen zur Beseitigung dieser Uebelstände für sehr wünschenswerth.

Eine Steuerdirektion erwartet Abhülfe der Uebelstände erst dann, wenn es gelungen sein wird, den Papierkleinhandel dahin zu beeinflussen, daß er vorzugsweise Normalpapiere an das Publikum verkauft.

Eine andere Steuerdirektion theilt mit, „daß die Schriftstücke aus dem Publikum oft schon beim Eingang oder doch bald danach an den eingeknickten und den Stellen, wo dieselben zusammengefaltet waren, gebrochen und eingerissen waren. Es war dies besonders bei den aus kleineren Orten oder vom Lande kommenden Schreiben zu beobachten."

VII. Landgerichte.

Die beiden Landgerichte haben besonders schlechte Erfahrungen mit den aus dem Publikum eingehenden Schriftstücken nicht gemacht.

VIII. Polizeipräsidien.

Die vier Polizeipräsidien klagen übereinstimmend über das schlechte aus dem Publikum eingehende Papier. Die Klagen erstrecken sich auch hier wieder auf die geringe Festigkeit des Papiers und auf die verschiedenen Bogengrößen, welche eine sorgfältige Aufbewahrung in den Akten sehr erschweren. „Eine Besserung dieser Verhältnisse ist nur dringend zu wünschen."

IX. Kadettenanstalten.

Die eine Anstalt theilt mit, „daß die aus dem Publikum eingesandten Schriftstücke, welche aus den verschiedensten Mustern und Größen bestehen und hauptsächlich aus den besseren Kreisen der Gesellschaft eingehen, sich als wenig haltbares Aktenmaterial erwiesen haben." Bei der zweiten Anstalt haben namentlich die Rechnungen zu Beanstandungen Veranlassung gegeben; sie wurden häufig wegen des schlechten Papiers zur Umschrift zurückgeschickt.

X. Verschiedenartige Behörden.

Von zwei Behörden sind schlechte Erfahrungen nicht gemacht worden; die übrigen vier klagen sowohl über die Güte der Papiere als auch über die abweichenden Bogengrößen. „Das Papier, welches das Publikum zu seinen Schriftstücken benützt, ist meist von so geringer Güte, daß es oft zerreißt, oder richtiger zerfällt, bevor es zu den Akten gebracht wird. Bei Schriftstücken im Quartformat wird die Aufbewahrung geradezu zur Unmöglichkeit, wenn dieselben ihrer Breite wegen aus den Akten hervorragen und gefaltet werden müssen. Auch das von Privatleuten zur Ausstellung von Rechnungen verwendete Papier entspricht meist nicht den Anforderungen, die an dergleichen zu Rechnungsbelägen dienende Schriftstücke gestellt werden müssen. Solche Rechnungsformulare brechen nach kurzer Zeit in den Falten und sind, wenn sie gar noch etwa über das Normalformat hinausgehen, für die Rechnungslegung oder Aufbewahrung in den Akten kaum verwendbar."

„Wenn in dieser Hinsicht ein Wandel geschaffen werden könnte, würde einem fühlbaren Mangel abgeholfen und das Aktenmaterial der Behörden erheblich an Sicherheit gewinnen."

Die Mehrzahl der befragten Behörden ist also mit den bestehenden Zuständen unzufrieden und wünscht eine Besserung der Verhältnisse; ein Versuch, eine solche Besserung zu erreichen, ist ja seitens des Deutschen Papier-Vereins gemacht, welcher beim Königlichen Staatsministerium den Antrag gestellt hat, dem Publikum für seine Eingaben an die Behörden eine bestimmte Papiersorte vorzuschreiben. Der Erlaß einer solchen Vorschrift würde unbedingt für die Sicherstellung des Aktenbestandes unserer Behörden von großem Vortheil sein.

4. Löſchpapiere.

Vom Vorſteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

In Heft 5 der „Mittheilungen“ 1894 wurden die Erfahrungen veröffentlicht, welche in der Verſuchsanſtalt bei Prüfung von Löſchpapieren deutſcher, engliſcher und franzöſiſcher Herkunft geſammelt wurden. Sie zeigten, daß die weit verbreitete Vorliebe für ausländiſche, namentlich engliſche Löſchpapiere, ſachlich nicht begründet iſt und daß in Deutſchland Löſchpapiere hergeſtellt werden, welche allen an ein gutes Fabrikat zu ſtellenden Anforderungen in reichem Maße genügen.

Nach Abſchluß und Veröffentlichung dieſer Arbeit gingen der Verſuchsanſtalt noch zahlreiche weitere Muſter von Löſchpapieren in- und ausländiſchen Urſprungs behufs Beſtimmung der Saugfähigkeit zu, und über die hierbei gewonnenen Prüfungsergebniſſe ſoll nachſtehend Bericht erſtattet werden.

Zunächſt mögen indeſſen zwei Arbeiten, welche ſich mit der Prüfung von Löſchpapier befaſſen und im Laufe des vergangenen Jahres veröffentlicht wurden, kurz beſprochen werden.

In Nr. 7 der Papier-Zeitung beſpricht die Papierprüfungsanſtalt von Otto Winkler die Methode, welche nach einer Mittheilung der Papier-Zeitung in Amerika zur amtlichen Unterſuchung von Löſchpapier vorgeſchrieben ſein ſoll; nach dieſer kurzen Mittheilung (1894 Nr. 98) wird nicht die Saughöhe, ſondern die Menge des Waſſers beſtimmt, welche ein Löſchpapier aufzunehmen vermag, und dieſe Menge wird als Maßſtab für die Brauchbarkeit des Papiers benutzt. Winkler hat bereits bei Ausarbeitung ſeiner Streifen-Methode zur Beſtimmung der Saughöhe beim Löſchpapier vergleichsweiſe eine Reihe ſolcher Waſſeraufnahmebeſtimmungen ausgeführt, ließ aber letztere zur Beurtheilung des Löſchvermögens wieder fallen, weil die Saughöhe einen zuverläſſigeren und leichter zu ermittelnden Maßſtab für den in Frage kommenden Zweck abgab.

Immerhin ſind die ausgeführten Verſuche intereſſant genug, um hier mitgetheilt werden zu können.

Winkler verwendete Löſchpapierſtücke von etwa 150 × 150 mm Größe und beſtimmte das Gewicht derſelben bei 15 R° und einer Luftfeuchtigkeit von 60 %; dieſe Abſchnitte ließ er auf Waſſer von 12 R° ſchwimmen, wobei ſich zwiſchen ſehr guten und ganz ſchlechten Sorten ſofort ein deutlicher Unterſchied bemerkbar machte; die erſteren wurden ſofort nach dem Auflegen vom Waſſer vollſtändig durchdrungen, während die letzteren nur ſehr langſam Waſſer aufnahmen. Wollte man den Verſuch nun auf lange Zeit ausdehnen, ſo würden die Unterſchiede zwiſchen den verſchiedenen Sorten allmählich wieder verſchwinden und ſomit der angeſtrebte Zweck nicht erreicht werden. Man wird alſo eine gewiſſe Zeit für die Waſſeraufnahme und eine weitere für das Abtropfen des nicht aufgenommenen Waſſers feſtſetzen müſſen. Winkler wählte für die erſtere eine Minute, für das letztere fünf Minuten.[1])

Nachdem das Papier eine Minute lang auf dem Waſſer geſchwommen hatte, wurde es herausgenommen und an einer Ecke an einem Haken zum Abtropfen des Waſſers aufgehängt. Vergleichende Beſtimmungen mit demſelben Papier zeigten, daß die Unterſchiede bei den Einzelverſuchen zwar nicht ſehr erheblich aber doch größer waren als bei Beſtimmung der

[1]) In der erwähnten Mittheilung über die amerikaniſchen Löſchpapiere waren keine Zeitangaben hinſichtlich dieſer beiden Punkte gemacht.

Saughöhe. Im Großen und Ganzen gingen auch die für die Wasseraufnahme ermittelten Werthe parallel mit den bei Ablöschversuchen gemachten Erfahrungen und mit der Saughöhe.

Winkler theilt aber auch eine Reihe von Fällen mit, in denen die aufgenommenen Wassermengen mit der Saughöhe und den praktischen Ablöschversuchen, soweit sich diese zum Vergleich mit Zahlenwerthen heranziehen lassen, nicht parallel verliefen, wie nachstehende Zusammenstellung zeigt:

		Gewicht des Quadratmeters in g	Wasseraufnahme pro qm in g	Menge des aufgenommenen Wassers in %	Saughöhe in mm
Probe Nr.	1	128	142	111	17,8
„ „	2	134	99	74	18,0
„ „	3	130	133	102	19,5
„ „	4	129	149	116	20,0
„ „	5	134	134	100	22,3
„ „	6	77	108	140	26,0
„ „	7	74	138	187	32,0
„ „	8	76	91	120	36,5
„ „	9	87	93	107	39,0
„ „	10	84	158	190	62,0
„ „	11	79	166	215	72,0
„ „	12	85	162	190	76,0
„ „	13	73	154	211	78,0
„ „	14	185	464	250	95,0
„ „	15	126	389	309	99,8
„ „	16	156	464	297	101,0
„ „	17	138	277	200	109,0
„ „	18	138	382	276	141,5.

Immerhin zeigen auch diese Versuche, daß im Großen und Ganzen die Menge des aufgenommenen Wassers mit der Saughöhe zunimmt; indessen ist die Anzahl der Versuche nicht groß genug, um ein etwaiges Gesetz dieser Abhängigkeit klar erkennen zu lassen.

Ein anderer Vorschlag zur Bestimmung des Saugvermögens von Löschpapier ist von E. Favier in Paris in der Fachschrift »La Papéterie« gemacht worden[1]).

Favier verwirft das bisher allgemein angenommene und für gut befundene Winklersche Verfahren der Bestimmung der Saughöhe mit folgender Begründung:

„In Folge zahlreicher Versuche, welche ich nach dieser Prüfungsart mit verschiedenen Löschpapieren gemacht habe, fand ich, daß der Grad des Saugens bei dieser Methode nur sehr annähernd richtig war, denn zwei Muster von ein und derselben Qualität Löschpapier, wovon aber die Oberfläche des einen durch kräftige Satinage verändert ist, liefern thatsächlich ganz gleiche Maße, wenn man die Enden davon in Wasser taucht und saugen läßt; es steigt nämlich das Wasser in beiden Streifen während der gleichen Zeitdauer auf ein und dieselbe Höhe.

Das Gegentheil findet nun aber statt, wenn man das Aufsaugen z. B. eines Tintenstriches oder eines Tropfens Wassers durch die Oberfläche des

[1]) Vergleiche auch Papiertechniker 1894 Nr. 17 und 18.

Papiers auf einer ebenen Fläche stattfinden läßt; man wird da bemerken, daß das unsatinirte Papier rasch saugt, wohingegen das satinirte den Tintenstrich zerdrückt oder den Wassertropfen nur nach der Breite gezogen aufsaugt."

Man könnte über diesen Einwand, den Favier der Winklerschen Methode macht, vielleicht einfach hinweggehen mit dem Hinweis darauf, daß ein Satiniren bei Löschpapieren wohl kaum vorgenommen werden dürfte. Der Einwand birgt aber an sich eine innere Unwahrscheinlichkeit in sich, da nicht ohne weiteres einzusehen ist, weshalb nach dem Satiniren die Saugfähigkeit senkrecht zur Fläche des Papiers abgenommen, parallel zu ihr aber gleich geblieben sein soll. Das Satiniren verursacht eine Verdichtung des Materials, also eine Verkleinerung der kapillaren Zwischenräume; diese wird aber im Innern des Papiers ebenso erfolgen müssen wie an der Oberfläche.

Um dies durch Versuche klarzulegen, wurden von acht verschiedenen Löschpapieren verschiedener Herkunft die Saughöhen ermittelt, dann Proben dieser Muster zwischen Zinkplatten geglättet und die Saughöhen von neuem bestimmt. Die Versuche lieferten folgende Ergebnisse:

Tabelle 1. **Einfluß des Satinirens auf die Saughöhe von Löschpapier.**

Laufende Nr.	Farbe	Dicke in mm	Quadratmetergewicht in g	Stoffzusammensetzung	Aschengehalt in %	Mittlere Saughöhe nach 10 Minuten		Abnahme der Saughöhe in Prozenten (rund)
						a) im Auslieferungszustand mm	b) zwischen Zinkplatten geglättet mm	
1	rosa	0,30	179	Baumwolle	22,5	31,0	23,0	26,0
2	chamois	0,25	145	„	22,4	31,5	22,5	29,0
3	weiß, roth und blau melirt	0,26	153	„	26,8	35,5	22,5	36,5
4	gelb	0,30	167	Baumwolle, geringe Mengen Leinen	7,0	42,0	30,0	28,5
5	roth	0,47	259	Baumwolle	15,0	54,5	45,0	17,5
6	gelb	0,36	148	„	1,9	72,5	52,5	27,6
7	weiß	0,36	141	„	1,0	73,5	59,5	19,0
8	„	0,75	339	„	11,9	77,0	59,5	22,5
9	rosa	0,35	134	„	1,0	79,0	67,0	15,2
10	roth	0,54	206	„	1,0	84,5	61,5	27,2
11	weiß	0,90	337	Baumwolle, geringe Mengen Leinen	0,3	92,5	75,5	18,4[1])
12	weiß, gelb und blau melirt	0,33	145	„	9,3	102,5	76,5	25,5[1])

Die Saughöhe hat also, wie die vorstehende Zusammenstellung zeigt, bei allen Mustern infolge des Glättens erheblich abgenommen und die gemachten Beobachtungen stehen somit im Gegensatz zu den Favierschen Erfahrungen. Da die Frage aber, wie schon angedeutet, nur ein vorwiegend theoretisches Interesse hat, so wurde von ihrer weiteren Verfolgung abgesehen.

Favier hat nun zur Bestimmung der Saugfähigkeit von Löschpapier einen neuen Apparat in Vorschlag gebracht, mit dem er das Saugvermögen von der Fläche aus messen will. Er bedient sich zur Zuführung des Wassers eines Mariotteschen Gefäßes und erreicht hiermit, daß das Wasser dem Löschpapier stets unter gleichem Druck zugeführt wird.

[1]) Diese beiden Muster wurden in ungeglättetem und geglättetem Zustand von einer Papierfabrik zur Verfügung gestellt.

Der vorgeschlagene Apparat besteht, wie Fig. 1 zeigt, aus einer Röhre A B, in welche oben ein Trichterrohr a b und ein weiteres mit einem Hahn R versehenes Rohr r angeschmolzen ist. Das untere Ende der Röhre A B ist durch einen mit dem Quetschhahn Qu versehenen Gummischlauch mit der Röhre t verbunden, deren innerer Durchmesser 1 mm beträgt. Diese Röhre t mündet in der Mitte einer horizontal gelagerten, ebengeschliffenen Glasplatte von 140 mm Durchmesser, welche auf einem Holzgestell befestigt ist. Will man die Röhre A B nun mit Wasser füllen, so schließt man den Hahn Qu, öffnet den Hahn R, füllt bei a Wasser ein und schließt den Hahn R, welcher nur zum Auslassen der Luft angebracht ist. Bei geöffnetem Hahn Qu fließt nun das Wasser am oberen Ende von t stets unter einem konstanten Druck aus, dessen Größe abhängig ist von der Entfernung der Ebene der Glasscheibe (p) von der unteren Oeffnung der Röhre a b; liegt diese Oeffnung in der Ebene p selbst, so findet kein Ausfließen statt; man geht daher mit der Ebene p soweit nach unten (siehe Figur), daß das Wasser aus der Röhre austritt; Favier schlägt für die Entfernung h etwa 5 mm vor.

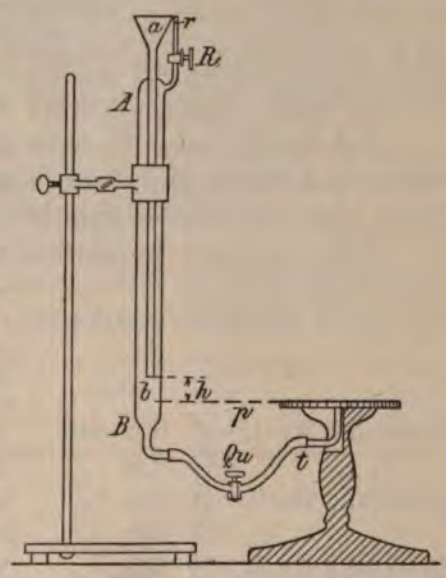


Fig. 1.

Legt man nun auf die Glasscheibe eine Probe Löschpapier, so nimmt dieses das aus t austretende Wasser auf und führt es weiter, sich allmählich ganz hiermit tränkend. Favier nimmt nun als zu durchdringende Flächeneinheit ein Quadratdecimeter an, welche in der Zeit Z von der Wassermenge M (abgelesen an der Röhre A B) durchdrungen wird. Die Schnelligkeit des Saugens (S) ermittelt Favier dann nach der Formel:

$$S = \frac{M}{Z}.$$

Vier auf diese Weise geprüfte Löschpapiere lieferten folgende Ergebnisse:

1.	Lachsfarben Löschpapier,	1000 Bg.	36,0 kg[1]),	M = 4,80,	Z = 8,44,	S = 0,57
2.	„ „	1000 „	21,5 „	„ = 3,28,	„ = 11,00,	„ = 0,29
3.	Rothes „	1000 „	15,0 „	„ = 2,11,	„ = 8,42,	„ = 0,25
4.	Rosafarben „	1000 „	21,0 „	„ = 3,08,	„ = 12,20,	„ = 0,25
5.	Weißes „	1000 „	36,0 „	„ = 4,80,	„ = 8,44,	„ = 0,57.

Der Quotient $\frac{M}{Z}$, welcher als Werthmesser für die Saugfähigkeit dienen soll, zeigt nun ohne Weiteres, daß der Favierſche Vorschlag in vorliegender Form unbrauchbar ist, da der Einfluß der Dicke nicht eliminirt ist; bei gleichem Stoff und gleicher Verarbeitungsweise wird die Menge des aufgenommenen Wassers mit zunehmendem Einheitsgewicht des Papiers wachsen, und zwar werden voraussichtlich beide Werthe nahezu parallel verlaufen. Daß aber gleichzeitig die zur Aufnahme des Wassers nöthige Zeit in demselben Maße größer wird, wird man von vornherein nicht annehmen können.

[1]) Weitere Angaben über die Eigenschaften der von ihm untersuchten Papiere (Stoffzusammensetzung, Aschengehalt 2c.) hat Favier leider nicht gemacht.

Um aber auch für diese Frage Versuchsmaterial beizubringen, wurde ein Stück eines dicken Löschkartons mit Schmirgelpapier auf etwa die Hälfte abgeschliffen und sowohl die ursprüngliche als auch die abgeschliffene Probe nach dem Winklerschen und dem Favierschen Verfahren geprüft; hierbei wurden folgende Ergebnisse gewonnen:

	Dicke	Quadratmeter-gewicht	Mittlere Saughöhe	M (Favier)	Z (Favier)
Dicke Probe:	0,86 mm	347 g	88,0 mm	3,52 ccm	3 Min. 25 Sek.
Dünne Probe:	0,44 „	180 „	85,5 „	1,76 „	3 „ 20 „

Nach Winkler wären die beiden Proben also als annähernd gleichwerthig zu bezeichnen, während nach Favier die dicke Probe eine etwa doppelt so große Werthziffer erhalten würde als die dünne aus demselben Material bestehende.

Sechs weitere von einer Papierfabrik zur Verfügung gestellte Proben Löschpapier lieferten ein gleiches Ergebniß; die Muster rührten von drei verschiedenen Fertigungen her, jede Fertigung war in zwei verschiedenen Stärken vertreten.

		Dicke	Quadratmeter-gewicht	Mittlere Saughöhe	M (Favier)	Z (Favier)
Fertigung Nr. 1.	a)	0,33 mm	147 g	99,5 mm	1,1 ccm	3 Min. — Sek.
	b)	0,96 „	370 „	96,5 „	3,5 „	3 „ — „
Fertigung Nr. 2.	a)	0,55 „	235 „	91,5 „	2,1 „	3 „ 15 „
	b)	0,85 „	371 „	88,5 „	3,1 „	3 „ — „
Fertigung Nr. 3.	a)	0,53 „	278 „	60,0 „	2,0 „	7 „ 30 „
	b)	0,72 „	354 „	60,0 „	2,5 „	8 „ — „

Ein Papier, welches doppelt so schwer ist als ein anderes aus demselben Stoff, nimmt also annähernd doppelt so viel Wasser auf wie das leichtere, aber fast in der gleichen Zeit. Hierdurch wird das Favier'sche Verfahren hinfällig.

Favier übersieht ferner, daß in seiner Formel $S = \frac{M}{z}$, wenn auch nicht in einfacher Weise, die Winkler'schen Werthe für die Saughöhe stecken, welche er als unzuverlässig verwirft; der Werth Z nämlich, d. h. die Zeit, welche das durch die Röhre t zugeführte Wasser gebraucht, um die Flächeneinheit zu durchdringen, hängt ab von der Fähigkeit des Papiers das Wasser weiterzuleiten, d. h. von der Saughöhe. Sollte Favier an eine Verbesserung seines Verfahrens gehen, so dürfte es sich empfehlen, bei Veröffentlichung desselben auf verschiedene Punkte der Methode noch näher einzugehen, welche aus der jetzt vorliegenden Beschreibung nicht klar werden. So ist z. B. nichts darüber gesagt, in welcher Weise der Endpunkt des Durchdringens der Flächeneinheit mit Wasser sicher festgestellt wird; es dürfte auch sehr schwer sein, hierfür einen sicheren Anhalt zu geben, da die durchtränkten Flächen meist Ellipsen sind, welche durch die verschiedene Saugfähigkeit in der Maschinen- und Querrichtung entstehen; ferner muß das Auflegen des Löschpapiers auf einer ebenen Fläche Bedenken erregen, da der beide trennende Zwischenraum, wie die hier ausgeführten Versuche wiederholt gezeigt haben, kapillar wirken und das Versuchsergebniß beeinträchtigen kann.

Die Idee Favier's an sich, die Löschfähigkeit eines Papiers von der Fläche aus zu bestimmen, verdient ohne Zweifel Anerkennung; es wird aber hierbei nöthig sein, die Dicke oder das Einheitsgewicht des Papiers in irgend einer Weise in Rechnung zu ziehen.

Nunmehr mögen die Ergebnisse, welche bei der Prüfung der eingangs erwähnten Löschpapiere gewonnen worden sind, nachstehend mitgetheilt werden.

Die Versuche wurden nach dem Winklerschen Verfahren ausgeführt mit fünf Streifen aus der Längsrichtung und fünf Streifen aus der Querrichtung des Papiers; die Breite der Streifen betrug 15 mm. Die Luftfeuchtigkeit betrug stets 65 %; die Wasserwärme wurde mit der Luftwärme auf gleicher Höhe gehalten (etwa 18—19 C°).

Als Faserrohstoff wurde, wie aus den Tabellen Seite 52—61 näher hervorgeht, vorzugsweise Baumwolle ermittelt; 42 Papiere bestanden ausschließlich aus Baumwolle und die übrigen aus Baumwolle und einem mehr oder minder großen Zusatz von anderen Fasern (Leinen, Wolle, Holzcellulose). Besonders bemerkenswerth ist das Papier Nr. 23 welches einen erheblichen Zusatz Holzschliff aufweist.

Die Papiere zeigen theilweise einen beträchtlichen Füllstoffgehalt (bis zu 31,5 %), aber trotzdem in einzelnen Fällen hohe Werthe für Saughöhe; so hat das Papier

Nr.	32	bei	17,8 %	Aschengehalt	eine	Saughöhe	=	62,5 mm
„	33	„	19,3 „	„	„	„	=	63,5 „
„	34	„	17,1 „	„	„	„	=	67,0 „
„	42	„	14,8 „	„	„	„	=	75,5 „
„	48	„	14,4 „	„	„	„	=	79,5 „
„	49	„	20,1 „	„	„	„	=	80,0 „
„	52	„	15,0 „	„	„	„	=	86,0 „
„	56	„	14,0 „	„	„	„	=	96,0 „
„	58	„	10,0 „	„	„	„	=	103,0 „
„	59	„	12,3 „	„	„	„	=	113,0 „
„	61	„	11,0 „	„	„	„	=	121,5 „

Diese Papiere bieten also weitere Beispiele dafür, daß der Aschengehalt bei Beurtheilung der Saugfähigkeit eines Löschpapieres nicht herangezogen werden darf.

Hinsichtlich der Saughöhe schwanken die Werthe bei den

Deutschen	Löschpapieren	von	30,0	bis	121,5 mm
Englischen	„	„	45,0	„	91,5 „
Französischen	„	„	90,0	„	105,5 „
Schwedischen	„	„	50,5	„	72,0 „
Italienischen	„	„	33,5	„	61,5 „

Die Zahlen beweisen von neuem, daß unsere deutschen Verbraucher von Löschpapier nicht nach ausländischem Fabrikat zu greifen brauchen, um einer großen Saugfähigkeit sicher zu sein; es giebt deutsche Muster, die den höchsten in dieser Hinsicht zu stellenden Anforderungen genügen. Unsere Papierhandlungen aber sollten es sich zur Aufgabe machen, diese Thatsachen nach Kräften unter ihren Kunden zu verbreiten und letztere von den Fortschritten der deutschen Löschpapierfabrikation zu überzeugen.

Nachschrift. Kurz vor der Drucklegung vorstehender Arbeit erschien in Heft 11 und 12 der „Mittheilungen des k. k. Technologischen Gewerbemuseums in Wien" 1895 eine interessante Abhandlung über die „Saugfähigkeit der Löschpapiere" von Professor G. Lauboeck. Die Mittheilung ist deshalb besonders werthvoll, weil sie den Einfluß von Füllstoff auf die Saugfähigkeit von Löschpapier behandelt unter Zugrundelegung eines Papiers, welches besonders für diesen Zweck hergestellt wurde.

Ergebnisse der Untersuchung von Löschpapieren.

Lfd. Nr.	Farbe	Streifen Nr.	Saughöhe nach 10 Minuten: Maschinenrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Querrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Mittel mm	Gewicht des Quadratmeters g	Dicke mm	Aschengehalt %	Stoffgehalt
			I. Deutsche Löschpapiere.						
1	rosa	1	30	29	30,0	153	0,24	25,3	Baumwolle
		2	29	30					
		3	30	31					
		4	30	30					
		5	31	29					
		Mittel	30	30					
2	rosa	1	30	31	30,0	159	0,25	23,8	Baumwolle
		2	29	29					
		3	30	30					
		4	29	30					
		5	30	29					
		Mittel	30	30					
3	blau	1	31	30	30,5	165	0,28	23,1	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	30	30					
		3	30	31					
		4	31	29					
		5	32	29					
		Mittel	31	30					
4	rosa	1	32	32	31,0	179	0,30	22,5	Baumwolle
		2	31	31					
		3	30	31					
		4	31	31					
		5	30	32					
		Mittel	31	31					
5	blau	1	30	33	31,0	157	0,30	2,8	Baumwolle, Zusatz Leinen
		2	29	32					
		3	31	32					
		4	30	32					
		5	30	33					
		Mittel	30	32					
6	hellgrün	1	32	30	31,5	142	0,23	24,4	Baumwolle
		2	32	31					
		3	31	31					
		4	32	30					
		5	32	31					
		Mittel	32	31					
7	dunkel	1	33	30	31,5	145	0,25	22,4	Baumwolle
		2	33	29					
		3	34	30					
		4	34	29					
		5	32	29					
		Mittel	34	29					
8	weiß	1	32	31	31,5	90	0,12	22,8	Baumwolle
		2	32	31					
		3	33	31					
		4	32	32					
		5	31	31					
		Mittel	32	31					
9	blau	1	34	32	33,5	138	0,25	15,5	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	33	34					
		3	34	34					
		4	34	33					
		5	33	34					
		Mittel	34	33					

Lfd. Nr.	Farbe	Streifen Nr.	Saughöhe nach 10 Minuten: Maschinenrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Querrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Mittel mm	Gewicht des Quadratmeters g	Dicke mm	Aschengehalt %	Stoffgehalt
10	rothbraun	1	34	33	**33,5**	184	0,28	24,5	Baumwolle
		2	35	32					
		3	35	33					
		4	36	32					
		5	34	32					
		Mittel	**35**	**32**					
11	rosa	1	33	33	**34,0**	39	0,09	1,0	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose
		2	35	35					
		3	34	34					
		4	35	34					
		5	34	34					
		Mittel	**34**	**34**					
12	grün	1	35	33	**34,0**	148	0,25	31,5	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	36	33					
		3	35	34					
		4	34	32					
		5	33	35					
		Mittel	**35**	**33**					
13	rosa	1	36	33	**35,0**	40	0,08	1,0	Baumwolle, Leinen, Holzcellulose
		2	36	34					
		3	35	34					
		4	36	34					
		5	36	35					
		Mittel	**36**	**34**					
14	rosa	1	36	37	**35,5**	42	0,08	1,0	Baumwolle, Leinen, Holzcellulose
		2	37	34					
		3	37	32					
		4	36	34					
		5	40	32					
		Mittel	**37**	**34**					
15	blau, weiß und roth melirt	1	36	34	**35,5**	153	0,26	26,8	Baumwolle
		2	37	34					
		3	36	33					
		4	37	34					
		5	37	34					
		Mittel	**37**	**34**					
16	rosa	1	36	36	**36,0**	42	0,09	1,0	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose
		2	40	34					
		3	34	36					
		4	37	34					
		5	36	36					
		Mittel	**37**	**35**					
17	rosa	1	40	35	**37,5**	41	0,09	1,0	Baumwolle, Leinen, Holzcellulose
		2	38	36					
		3	39	35					
		4	40	36					
		5	39	36					
		Mittel	**39**	**36**					
18	gelb	1	41	34	**38,0**	139	0,25	16,4	Baumwolle
		2	38	34					
		3	38	35					
		4	40	34					
		5	41	41					
		Mittel	**40**	**36**					

Lfd. Nr.	Farbe	Streifen Nr.	Saughöhe nach 10 Minuten: Maschinenrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Querrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Mittel mm	Gewicht des Quadratmeters g	Dicke mm	Aschengehalt %	Stoffgehalt
19	weiß	1	37	39	**38,0**	194	0,31	28,8	Baumwolle
		2	35	41					
		3	36	40					
		4	36	39					
		5	36	40					
		Mittel	**36**	**40**					
20	weiß	1	41	39	**40,0**	148	0,52	19,0	Baumwolle
		2	41	39					
		3	42	40					
		4	41	39					
		5	40	38					
		Mittel	**41**	**39**					
21	roth	1	43	40	**41,5**	368	0,60	26,6	Baumwolle, geringe Mengen Wolle und Leinen
		2	44	40					
		3	44	40					
		4	43	40					
		5	43	41					
		Mittel	**43**	**40**					
22	gelb	1	45	42	**42,0**	167	0,30	7,0	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	41	43					
		3	43	42					
		4	41	42					
		5	42	41					
		Mittel	**42**	**42**					
23	roth	1	45	39	**42,0**	97	0,17	21,3	Baumwolle, Holzschliff
		2	44	39					
		3	44	38					
		4	44	39					
		5	46	39					
		Mittel	**45**	**39**					
24	rosa	1	46	40	**42,5**	222	0,38	23,0	Baumwolle, geringe Mengen Wolle
		2	45	39					
		3	46	40					
		4	45	40					
		5	45	40					
		Mittel	**45**	**40**					
25	rosa	1	48	43	**47,0**	59	0,13	0,9	Baumwolle, geringe Mengen Holzcellulose und Leinen
		2	49	45					
		3	50	45					
		4	49	44					
		5	50	46					
		Mittel	**49**	**45**					
26	rosa	1	48	45	**48,0**	54	0,12	0,9	Baumwolle, geringe Mengen Holzcellulose und Leinen
		2	48	48					
		3	47	45					
		4	49	48					
		5	47	53					
		Mittel	**48**	**48**					
27	rosa	1	51	48	**49,0**	59	0,13	1,0	Baumwolle, geringe Mengen Holzcellulose und Leinen
		2	53	45					
		3	50	47					
		4	50	47					
		5	50	46					
		Mittel	**51**	**47**					

Lfd. Nr.	Farbe	Streifen Nr.	Saughöhe nach 10 Minuten: Maſchinenrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Querrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Mittel mm	Gewicht des Quadratmeters g	Dicke mm	Aſchengehalt %	Stoffgehalt
28	weiß	1	39	40	**51,5**	140	0,37	1,0	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	48	38					
		3	48	39					
		4	64	63					
		5	71	63					
		Mittel	**54**	**49**					
29	roth	1	55	54	**54,5**	259	0,47	15,0	Baumwolle
		2	54	54					
		3	55	54					
		4	56	53					
		5	56	53					
		Mittel	**55**	**54**					
30	weiß	1	60	57	**58,5**	186	0,43	0,9	Baumwolle
		2	60	55					
		3	61	56					
		4	60	59					
		5	61	58					
		Mittel	**60**	**57**					
31	roth	1	60	58	**59,0**	131	0,29	13,8	Baumwolle, geringe Mengen Wolle
		2	59	58					
		3	58	57					
		4	59	60					
		5	57	60					
		Mittel	**59**	**59**					
32	roth	1	63	61	**62,5**	332	0,65	17,8	Baumwolle
		2	63	62					
		3	63	61					
		4	64	62					
		5	63	62					
		Mittel	**63**	**62**					
33	weiß und grün melirt	1	67	62	**63,5**	148	0,28	19,3	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	66	61					
		3	66	61					
		4	64	61					
		5	65	60					
		Mittel	**66**	**61**					
34	blau	1	69	65	**67,0**	153	0,31	17,1	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	70	63					
		3	70	65					
		4	70	63					
		5	70	64					
		Mittel	**70**	**64**					
35	roſa	1	70	68	**68,0**	54	0,14	0,9	Baumwolle
		2	68	66					
		3	66	70					
		4	65	68					
		5	71	67					
		Mittel	**68**	**68**					
36	weiß	1	69	70	**69,5**	264	0,55	11,0	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	70	68					
		3	70	69					
		4	69	69					
		5	70	69					
		Mittel	**70**	**69**					

Lfd. Nr.	Farbe	Streifen Nr.	Saughöhe nach 10 Minuten: Maschinenrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Querrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Mittel mm	Gewicht des Quadratmeters g	Dicke mm	Aschengehalt %	Stoffgehalt
37	gelb	1	70	74	**72,5**	148	0,36	1,9	Baumwolle
		2	78	75					
		3	78	70					
		4	70	69					
		5	73	67					
		Mittel	**74**	**71**					
38	roth, weiß und grün melirt	1	74	71	**72,5**	154	0,31	15,6	Baumwolle, geringe Mengen Leinen und Wolle
		2	74	72					
		3	73	72					
		4	74	71					
		5	73	70					
		Mittel	**74**	**71**					
39	weiß	1	76	71	**73,5**	141	0,36	1,0	Baumwolle
		2	79	71					
		3	74	75					
		4	77	68					
		5	75	72					
		Mittel	**76**	**71**					
40	rosa	1	77	68	**74,0**	149	0,32	0,9	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	77	69					
		3	79	69					
		4	82	70					
		5	79	69					
		Mittel	**79**	**69**					
41	gelb	1	76	74	**75,0**	158	0,39	1,9	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	77	73					
		3	78	73					
		4	78	72					
		5	77	71					
		Mittel	**77**	**73**					
42	blau und weiß melirt	1	78	72	**75,5**	134	0,31	14,8	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	78	71					
		3	79	74					
		4	80	74					
		5	77	75					
		Mittel	**78**	**73**					
43	roth und weiß melirt	1	78	73	**75,5**	149	0,30	13,4	Baumwolle, geringe Mengen Leinen und Wolle
		2	79	73					
		3	79	73					
		4	77	74					
		5	77	73					
		Mittel	**78**	**73**					
44	weiß	1	79	75	**77,0**	339	0,75	11,9	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	79	74					
		3	79	75					
		4	79	75					
		5	79	76					
		Mittel	**79**	**75**					
45	weiß	1	79	75	**78,5**	137	0,28	0,5	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	85	76					
		3	85	75					
		4	79	77					
		5	76	77					
		Mittel	**81**	**76**					

Lfd. Nr.	Farbe	Streifen Nr.	Saughöhe nach 10 Minuten: Maſchinenrichtung mm	Querrichtung mm	Mittel mm	Gewicht des Quadratmeters g	Dicke mm	Aſchengehalt %	Stoffgehalt
46	weiß	1	78	75					
		2	80	77					
		3	82	77	**78,5**	68	0,17	0,5	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		4	80	81					
		5	79	74					
		Mittel	**80**	**77**					
47	roſa	1	84	76					
		2	79	74					
		3	79	76	**79,0**	134	0,35	1,0	Baumwolle
		4	83	76					
		5	84	80					
		Mittel	**82**	**76**					
48	weiß und roth melirt	1	82	76					
		2	82	76					
		3	83	76	**79,5**	144	0,29	14,4	Baumwolle, Zuſatz Leinen
		4	83	78					
		5	85	76					
		Mittel	**83**	**76**					
49	gelb	1	80	82					
		2	82	78					
		3	80	79	**80,0**	180	0,33	20,1	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		4	79	80					
		5	79	79					
		Mittel	**80**	**80**					
50	roth	1	87	80					
		2	83	83					
		3	88	85	**84,5**	206	0,54	1,0	Baumwolle
		4	89	85					
		5	87	79					
		Mittel	**87**	**82**					
51	roſa	1	84	78					
		2	89	83					
		3	90	88	**85,5**	153	0,41	0,9	Baumwolle
		4	92	83					
		5	90	79					
		Mittel	**89**	**82**					
52	weiß und blau melirt	1	88	84					
		2	90	80					
		3	92	81	**86,0**	142	0,34	15,0	Baumwolle, geringe Mengen Leinen und Wolle
		4	90	83					
		5	90	80					
		Mittel	**90**	**82**					
53	weiß	1	95	82					
		2	95	87					
		3	96	87	**91,0**	153	0,37	9,0	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		4	99	82					
		5	98	89					
		Mittel	**97**	**85**					
54	blau und weiß melirt	1	94	85					
		2	93	87					
		3	92	97	**92,0**	142	0,31	10,0	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		4	95	94					
		5	90	90					
		Mittel	**93**	**91**					

Lfd. Nr.	Farbe	Streifen Nr.	Saughöhe nach 10 Minuten: Maschinenrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Querrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Mittel mm	Gewicht des Quadratmeters g	Dicke mm	Aschengehalt %	Stoffgehalt
55	weiß und roth melirt	1	105	99	**96,0**	151	0,36	9,5	Baumwolle, geringe Mengen Leinen und Wolle
		2	104	91					
		3	102	93					
		4	90	93					
		5	92	89					
		Mittel	**99**	**93**					
56	gelb, blau und weiß melirt	1	96	96	**96,0**	173	0,43	14,0	Baumwolle, geringe Mengen Leinen und Wolle
		2	95	94					
		3	96	97					
		4	99	99					
		5	96	96					
		Mittel	**96**	**96**					
57	blau, gelb, weiß melirt	1	101	102	**102,5**	145	0,33	9,3	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	105	100					
		3	104	103					
		4	103	100					
		5	105	100					
		Mittel	**104**	**101**					
58	weiß und gelb melirt	1	114	106	**103,0**	165	0,42	10,0	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	103	104					
		3	104	99					
		4	101	100					
		5	103	98					
		Mittel	**105**	**101**					
59	weiß	1	113	111	**113,0**	367	0,90	12,25	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	113	112					
		3	116	113					
		4	115	113					
		5	113	112					
		Mittel	**114**	**112**					
60	weiß	1	134	128	**120,0**	170	0,47	7,75	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	115	115					
		3	126	119					
		4	119	121					
		5	110	112					
		Mittel	**121**	**119**					
61	weiß	1	125	120	**121,5**	238	0,60	11,0	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	127	125					
		3	127	123					
		4	117	120					
		5	115	118					
		Mittel	**122**	**121**					

II. Englische Löschpapiere.

62	rosa	1	49	42	**45,0**	277	0,42	1,5	**Baumwolle**
		2	47	41					
		3	48	42					
		4	47	44					
		5	49	42					
		Mittel	**48**	**42**					
63	rosa	1	52	50	**51,0**	343	0,73	1,0	**Baumwolle**
		2	51	51					
		3	53	50					
		4	51	50					
		5	51	50					
		Mittel	**52**	**50**					

Lfd. Nr.	Farbe	Streifen Nr.	Saughöhe nach 10 Minuten: Maschinenrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Querrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Mittel mm	Gewicht des Quadratmeters g	Dicke mm	Aschengehalt %	Stoffgehalt
64	rosa	1	53	51	**51,0**	136	0,27	1,0	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	53	50					
		3	51	50					
		4	53	49					
		5	52	49					
		Mittel	**52**	**50**					
65	weiß	1	57	55	**57,0**	272	0,57	0,6	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	58	55					
		3	58	55					
		4	60	60					
		5	59	56					
		Mittel	**58**	**56**					
66	weiß	1	60	54	**57,0**	277	0,54	0,9	Baumwolle
		2	60	54					
		3	60	55					
		4	61	54					
		5	60	55					
		Mittel	**60**	**54**					
67	weiß	1	59	57	**57,5**	144	0,26	0,8	Baumwolle
		2	58	57					
		3	57	57					
		4	58	56					
		5	60	56					
		Mittel	**58**	**57**					
68	gelb	1	65	58	**59,5**	174	0,34	4,1	Baumwolle
		2	62	57					
		3	63	56					
		4	63	55					
		5	62	55					
		Mittel	**63**	**56**					
69	weiß	1	64	59	**61,0**	141	0,25	0,5	Baumwolle
		2	63	58					
		3	64	58					
		4	65	58					
		5	65	56					
		Mittel	**64**	**58**					
70	rosa	1	72	57	**64,0**	133	0,29	1,0	Baumwolle
		2	72	59					
		3	71	58					
		4	70	57					
		5	69	56					
		Mittel	**71**	**57**					
71	weiß	1	67	63	**64,5**	141	0,32	6,9	Baumwolle
		2	70	57					
		3	72	60					
		4	68	58					
		5	67	62					
		Mittel	**69**	**60**					
72	weiß	1	71	62	**67,0**	241	0,58	0,3	Baumwolle
		2	71	64					
		3	71	64					
		4	70	64					
		5	70	63					
		Mittel	**71**	**63**					

Lfd. Nr.	Farbe	Streifen Nr.	Saughöhe nach 10 Minuten: Maschinenrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Querrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Mittel mm	Gewicht des Quadratmeters g	Dicke mm	Aschengehalt %	Stoffgehalt
73	rosa	1	71	69	70,5	134	0,26	0,8	Baumwolle
		2	70	69					
		3	72	69					
		4	72	70					
		5	73	69					
		Mittel	**72**	**69**					
74	weiß	1	77	67	71,5	127	0,27	0,5	Baumwolle
		2	77	66					
		3	76	71					
		4	75	66					
		5	75	67					
		Mittel	**76**	**67**					
75	weiß	1	80	71	74,5	87	0,19	1,0	Baumwolle
		2	78	71					
		3	80	69					
		4	78	72					
		5	79	67					
		Mittel	**79**	**70**					
76	rosa	1	77	72	75,0	286	0,67	1,0	Baumwolle
		2	77	74					
		3	76	72					
		4	77	73					
		5	80	73					
		Mittel	**77**	**73**					
77	gelb	1	80	75	79,0	145	0,31	1,4	Baumwolle
		2	82	76					
		3	83	76					
		4	82	75					
		5	81	76					
		Mittel	**82**	**76**					
78	weiß	1	87	76	80,0	54	0,13	1,0	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	87	72					
		3	89	77					
		4	88	70					
		5	85	70					
		Mittel	**87**	**73**					
79	rosa	1	83	79	81,0	136	0,32	1,0	Baumwolle
		2	84	79					
		3	83	80					
		4	84	80					
		5	83	79					
		Mittel	**83**	**79**					
80	weiß	1	93	90	91,5	155	0,34	0,6	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	94	87					
		3	94	89					
		4	94	88					
		5	94	90					
		Mittel	**94**	**89**					

III. Französische Löschpapiere.

81	rot	1	97	81	90,0	138	0,37	0,3	Baumwolle
		2	97	82					
		3	92	83					
		4	94	91					
		5	94	88					
		Mittel	**95**	**85**					

Lfd. Nr.	Farbe	Streifen Nr.	Saughöhe nach 10 Minuten: Maſchinenrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Querrichtung mm	Saughöhe nach 10 Minuten: Mittel mm	Gewicht des Quadratmeters g	Dicke mm	Aſchengehalt %	Stoffgehalt
82	weiß	1	108	100	**105,5**	125	0,45	0,4	Baumwolle
		2	109	101					
		3	110	101					
		4	111	101					
		5	110	100					
		Mittel	**110**	**101**					
IV. Schwediſche Löſchpapiere.									
83	grünlich	1	54	47	**50,5**	182	0,38	4,9	Baumwolle
		2	55	47					
		3	55	47					
		4	54	48					
		5	54	48					
		Mittel	**54**	**47**					
84	bläulich	1	65	62	**63,5**	200	0,38	4,0	Baumwolle
		2	67	61					
		3	65	62					
		4	63	62					
		5	67	62					
		Mittel	**65**	**62**					
85	bläulich	1	74	68	**71,0**	189	0,45	3,8	Baumwolle
		2	72	71					
		3	73	70					
		4	71	69					
		5	72	70					
		Mittel	**72**	**70**					
86	weiß	1	75	71	**72,0**	199	0,34	0,5	Baumwolle, geringe Mengen Leinen
		2	74	70					
		3	74	71					
		4	74	69					
		5	74	70					
		Mittel	**74**	**70**					
V. Amerikaniſches Löſchpapier.									
87	blau	1	67	61	**63,5**	216	0,49	1,0	Baumwolle, Zuſatz Leinen
		2	67	60					
		3	68	60					
		4	66	61					
		5	67	59					
		Mittel	**67**	**60**					
VI. Italieniſche Löſchpapiere.									
88	roth	1	37	31	**33,5**	126	0,21	13,0	Baumwolle
		2	34	29					
		3	36	33					
		4	36	31					
		5	37	31					
		Mittel	**36**	**31**					
89	roth	1	62	59	**61,5**	85	0,19	1,5	Baumwolle
		2	65	58					
		3	68	60					
		4	61	61					
		5	61	61					
		Mittel	**63**	**60**					

Eine österreichische Papierfabrik stellte dem Verfasser ein Löschpapier zur Verfügung, welches in der Weise hergestellt worden war, daß während des Ausarbeitens einer bestimmten Menge Stoff dem Letzteren stets mehr und mehr Füllstoff zugefügt wurde, während alle Fabrikationsprozesse möglichst unverändert beibehalten wurden. Als Rohstoff wurde Baumwolle benützt, als Füllmaterial Asbestine.

Vier verschiedene Papiersorten, von denen die erste keinen Füllstoff, die drei übrigen verschiedene Mengen desselben enthielten, wurden angefertigt; die Prüfung auf Saughöhe lieferte folgende Ergebnisse:

	Aschengehalt	Quadratmetergewicht	Mittlere Saughöhe
Papier Nr. 1:	0,8 %	135 g	38,5 mm
„ „ 2:	11,3 „	172 „	38,5 „
„ „ 3:	19,5 „	148 „	29,5 „
„ „ 4:	30,5 „	145 „	31,0 „

Ein Zusatz von rund 10 % Asbestine hat also die Saugfähigkeit des Papiers nicht beeinflußt.

Eine Fortsetzung derartiger Versuche, wie sie von Prof. Lauboeck in Aussicht genommen ist, unter Verwendung verschiedener Rohstoffe und Füllmaterialien wären zur weiteren Klarstellung des Einflusses der Füllstoffe auf die Saugfähigkeit sehr erwünscht. Auffallend sind die Werthe für das Quadratmetergewicht der vier Papierproben; während das Gewicht nach dem ersten Füllstoffzusatz gestiegen ist, fällt es bei dem dritten und vierten Zusatz wieder und zwar nicht unerheblich, während man ein weiteres Zunehmen hätte erwarten sollen.

Im Anschluß an die Arbeit des Herrn Herzberg möchte ich auf die aus den mitgetheilten Ergebnissen hervorgehende Thatsache aufmerksam machen, daß die Saughöhe im Großen und Ganzen mit wachsendem Raumgewicht des Papiers abnimmt; man erkennt diese Thatsache besser, wenn man eine zeichnerische, nach wachsenden Werthen r geordnete Darstellung der Ergebnisse anfertigt. Das Gewicht eines ccm Papier, das Raumgewicht r, ist gegeben durch das Quadratmetergewicht g in gr und die gemessene Papierdicke a in cm. Es ist:

$$r = \frac{g}{100 \cdot 100\,a} = \frac{g}{a} \cdot 10^{-4}$$

Bei einem Papier, das frei von Füllstoffen ist, kann man das spezifische Gewicht des lückenlosen Stoffes gleich dem annähernd bekannten spezifischen Gewicht der Cellulose $s = 1{,}56$ setzen. Dann kann man das Maß für die in der Raumeinheit des im Papier vorhandenen, für die Aufnahme von Wasser, beziehentlich für dessen Durchgang, zur Verfügung stehenden Hohlräume, aus dem

$$\text{Dichtigkeitsgrad } d = \frac{r}{s}.$$

berechnen; der Antheil der Hohlräume, der Undichtigkeitsgrad, ist dann

$$u = 1 - d.$$

Die Bestimmung des Undichtigkeitsgrades durch den Versuch macht übrigens keine große Schwierigkeit, sobald man über die nöthigen Kräfte verfügt.

Ich habe seit einer Reihe von Jahren Versuche mit verschiedenen Holzarten und auch mit Faserstoffen ausgeführt, bei denen die Körper, in einem sehr festen Stahlkörper allseitig eingeschlossen, einer sehr hohen Pressung (4000 at) ausgesetzt wurden. Das Ergebniß aller dieser Versuche war, daß die hierbei erhaltenen, genau ausmeßbaren Cylinder durchweg ein

Raumgewicht zeigten, das hinreichend genau dem Werthe $s = 1{,}56$ der Celluloſe entſprach, obwohl ſehr verſchiedene Hölzer dem Verſuch unterworfen wurden. Man hatte alſo bei dem Verſuch Körper erzeugt, deren Dichtigkeitsgrad nahezu $= 1$, deren Undichtigkeitsgrad alſo nahezu $= 0$ war. Abgeſehen davon, daß dieſes Verfahren bei weiterer Ausbildung eine treffliche Kennzeichnung der Eigenſchaften der Hölzer ergeben wird, wird es, wie es ſcheint, auch einige neue Geſichtspunkte für die Erforſchung der Eigenſchaften von Papier und anderen Stoffen liefern, worauf ich durch dieſe Notiz die Aufmerkſamkeit hinlenken möchte.

Der Undichtigkeitsgrad des Papiers läßt ſich angenähert vielleicht auch noch durch Aufeinanderlegen einer großen Zahl von mit demſelben Locheiſen geſchlagenen Papierſcheiben ermitteln, deren Rauminhalt nach dem Beſchweren mit einem beſtimmten (kleinen) Gewicht aus Höhe der Säule und dem Scheibendurchmeſſer berechnet werden kann. Gelingt es den ſo erhaltenen Cylinder vollkommen mit Waſſer, oder um Quellung zu vermeiden, mit Paraffin zu tränken, ſo kann man aus den Gewichtsänderungen den Undichtigkeitsgrad errechnen.

Der Gegenſtand wird eingehender ſtudirt werden.

A. Martens.

---

5. Ueber Ziegelprüfung.

Vom Vorſteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung Ingenieur Max Gary.

Mit den nachſtehenden Ausführungen wird bezweckt, die gegenwärtig in der Abtheilung für Baumaterialprüfung ausgeübten Verfahren zur Prüfung von künſtlichen Steinen, insbeſondere von Ziegeln ſo zu beſchreiben, daß der allgemeine Gang der Prüfung erſichtlich wird und bei etwaigen ſpäteren Veröffentlichungen auf die hier beſchriebene Verſuchsausführung verwieſen werden kann.

Zum Theil ſind die Prüfungsverfahren von früher übernommen, zum Theil neu ausgebildet worden; im weſentlichen lehnen ſie ſich eng an die „Beſchlüſſe der internationalen Konferenzen zu München, Dresden, Berlin, Wien und Zürich über einheitliche Unterſuchungsmethoden bei der Prüfung von Bau- und Konſtruktionsmaterialien“ an. Wo Abweichungen vorkommen, iſt dies beſonders erwähnt.

Auf die an anderen Orten gebräuchlichen Prüfungsverfahren iſt im einzelnen nicht eingegangen, weil dies für den beabſichtigten Zweck nicht nothwendig erſchien. Es ſei indeſſen darauf hingewieſen, daß in der Hauptſache dieſelben Prüfungsverfahren ſowohl in dem mechaniſch-techniſchen Laboratorium der kgl. techniſchen Hochſchule zu München als in der eidgenöſſiſchen Feſtigkeitsanſtalt in Zürich angewendet werden. Nur in einem Punkte beſteht ein grundſätzlicher Unterſchied. Während nämlich die Verſuchsanſtalt aus einer ſehr großen Anzahl von Verſuchsreihen die Ueberzeugung gewonnen hat, daß eine möglichſt große Zahl von Einzelverſuchen zur Feſtſtellung eines zuverläſſigen Mittelwerthes nicht entbehrt werden kann und deshalb in jedem Falle für jede Reihe zehn Einzelverſuche vorſchreibt, begnügen ſich die genannten Anſtalten theilweiſe mit einer geringeren Zahl von Einzelverſuchen.

Bei künſtlichen ſowohl wie bei natürlichen Bauſteinen ſind die Schwankungen unter den Ergebniſſen der Einzelverſuche in Folge der ungleichmäßigen Gefügebeſchaffenheit, des Vorhandenſeins von Neſtern, Riſſen und Spalten, des Einfluſſes verſchiedenen Brenngrades oder verſchiedener Schichtenbildung ſo groß, daß annähernd richtige Durchſchnittswerthe für

die Eigenschaften dieser Steine nur mit Hülfe einer großen Zahl von Einzelversuchen gewonnen werden können.

Wie groß die Abweichungen in der Festigkeit künstlicher Steine, selbst bei solchen guter und bester Herstellung werden können, sei an einigen Beispielen gezeigt, zu denen beliebig aus den laufenden Prüfungen herausgegriffene Ziegelsteine verschiedenster Art gewählt und nach auffsteigender Festigkeit in der Tab. 1 (Seite 65) zusammengefaßt wurden.

Es ist aus der Tabelle ersichtlich, daß je nach der ganz zufälligen Gruppirung der Steine erhebliche oder geringere Unterschiede zwischen den mittleren Festigkeitswerthen entstehen, je nachdem man die ersten fünf, die letzten fünf oder alle zehn Versuche zur Bildung des Mittelwerthes heranzieht.

Diese Unterschiede zeigen sich, ob es sich um leicht gebrannte Hintermauerungssteine oder um die härtesten Klinker handelt.

Die Größe der dabei auftretenden mittleren Fehler soll später an einer größeren Zahl von Versuchen — die einer besonderen Veröffentlichung vorbehalten bleiben müssen — ermittelt werden. —

Die „Münchener Beschlüsse“ schreiben vor, daß zu den Prüfungen die schwächst gebrannten Steine jeder Gattung auszuwählen seien. Da eine solche, nur auf den Augenschein sich stützende Auswahl schwierig und unsicher ist, wird in der Versuchsanstalt von dieser Bedingung abgesehen und vielmehr Werth auf eine solche Auswahl der Steine gelegt, daß diese in ihrer Gesammtheit dem Durchschnitt ihrer Art entsprechen. Es sollten also weder die besten (schärfst gebrannten), noch auch die schlechtesten (schwächst gebrannten, angestoßenen, klapprigen) Stücke eingesendet werden. —

Nach diesen einleitenden Bemerkungen wenden wir uns der Prüfung der Ziegel selbst zu.

Unter Ziegeln oder Backsteinen im Allgemeinen seien verstanden: Hintermauerungssteine, Verblendsteine jeder Form und Ausführung, Mauerklinker, Pflasterklinker, Fliesen, Terracotten, feuerfeste Steine, rohe, glasirte oder gedämpfte Dachziegel und andere aus Thon geformte und gebrannte Baumaterialien.

I. Prüfungen, welche allen Ziegeln oder Backsteinen gemein sind.

1. Beschaffenheit der Oberfläche.

Das auffälligste, charakteristische Unterscheidungsmerkmal eines Bausteines ist die Beschaffenheit seiner Oberfläche und seines Bruchgefüges. Es ist deshalb Werth darauf zu legen, daß vor jeder eingehenderen Prüfung die Bezeichnung des Steines nach Art und Gattung, seine Abmessungen oder seine besondere Form, seine Farbe, die sonstige Beschaffenheit der Oberfläche und die Beschaffenheit der Bruchfläche festgestellt wird.

Die Angaben beschränken sich dabei auf kurze Notizen z. B.:

Naßgepreßte Mittelbrandsteine.
Abmessungen: 25 . 12,5 . 6,5 cm;
Gefüge: gleichförmig, dicht;
Bruch: scharfkantig, muschelig;
Farbe: braunroth;

oder:

Trockengepreßte Klinker.
Abmessungen: 24 . 12 . 6 cm;
Gefüge: körnig, knollig, rissig;
Bruch: unregelmäßig, rauh, etwas splitterig;
Farbe: dunkelroth.

Tabelle 1. Druckfestigkeit von Ziegelsteinen.

Bezeichnung der Steine	Abmessungen cm Länge	Breite	Höhe	Gedrückte Fläche des würfelähnlichen Körpers qcm	Druckfestigkeit im Mittel aus 10 Versuchen kg/qcm	Versuch Nr.	Bruchlast P. t	Mittel t	Steinsorte Nr.	Bezeichnung der Steine	Abmessungen cm Länge	Breite	Höhe	Gedrückte Fläche des würfelähnlichen Körpers qcm	Druckfestigkeit im Mittel aus 10 Versuchen kg/qcm	Versuch Nr.	Bruchlast P. t	Mittel t
[illegible]	25	12	6,5	147	127	1	22,50		VI	Dunkelrothe Mauersteine	24,5	12	6,5	144	320	1	41,80	
						2	17,25									2	53,60	
						3	21,50	**19,400**								3	39,00	**44,700**
						4	15,25									4	48,10	
						5	20,50									5	41,00	
						6	20,40									6	50,10	
						7	11,25									7	28,20	
						8	11,00	**18,030**								8	46,60	**47,500**
						9	22,75									9	55,00	
						10	24,75									10	57,60	
						Mittel	**18,715**									Mittel	**46,100**	
dunkelrothe Mauersteine	25	12	6,5	147	133	1	19,40		VII	Rothbraune Hintermauerungssteine	24,5	11,5	6,5	138	322	1	31,50	
						2	18,33									2	40,50	
						3	17,79	**18,920**								3	42,00	**40,000**
						4	20,75									4	48,00	
						5	18,33									5	38,00	
						6	17,25									6	56,00	
						7	21,29									7	42,25	
						8	24,25	**20,104**								8	40,00	**48,750**
						9	19,40									9	48,00	
						10	18,33									10	57,50	
						Mittel	**19,512**									Mittel	**44,375**	
vollporöse Mauersteine	25	12,25	6,5	150	151	1	19,30		VIII	Rothbraune Hintermauerungssteine	25	11,7	6,5	143,3	384	1	69,25	
						2	17,25									2	42,25	
						3	11,53	**19,156**								3	35,50	**46,750**
						4	24,52									4	46,75	
						5	23,18									5	40,00	
						6	21,56									6	49,50	
						7	23,99									7	69,50	
						8	34,77	**26,144**								8	76,50	**63,400**
						9	32,61									9	59,00	
						10	17,79									10	62,50	
						Mittel	**22,650**									Mittel	**55,075**	
unregelmäßigem Bruch	25	12	6,5	147	206	1	27,50		IX	Gleichmäßig gebrannte, gelbe Klinker mit unregelmäßigem Bruch	25	12	6,5	147	444	1	60,50	
						2	28,75									2	72,00	
						3	29,50	**29,800**								3	77,00	**72,200**
						4	29,50									4	72,00	
						5	33,75									5	79,50	
						6	31,00									6	66,00	
						7	32,00									7	59,00	
						8	27,50	**30,900**								8	50,00	**58,200**
						9	32,00									9	66,00	
						10	42,00									10	50,00	
						Mittel	**30,350**									Mittel	**65,200**	
kantigem Bruch	25	12	6,5	147	237	1	27,25		X	Rothbraune Hintermauerungssteine	25	12	6,5	147	459	1	84,50	
						2	43,50									2	65,50	
						3	27,50	**35,250**								3	58,50	**65,200**
						4	45,00									4	51,50	
						5	33,00									5	66,00	
						6	36,50									6	65,50	
						7	32,25									7	64,75	
						8	33,00	**34,550**								8	76,50	**69,850**
						9	34,50									9	76,00	
						10	36,50									10	66,50	
						Mittel	**34,900**									Mittel	**67,525**	

2. Härtegrad.

Die Bestimmung der Härte der Oberfläche homogener Materialien erfolgt erforderlichen Falles unter Benutzung der Mohsschen Skala[1]), doch soll versucht werden, das Verfahren der Härtebestimmung weiter auszubilden.

3. Spezifisches Gewicht, Raumgewicht, Dichtigkeit, Wasseraufnahme.

Zur Beurtheilung der Porosität der gebrannten Steine ist die Bestimmung des Dichtigkeitsgrades mit Hülfe von spezifischem Gewicht und Raumgewicht erforderlich. Um eine einheitliche Darstellung dieser Eigenschaften durch Formeln zu ermöglichen, sei hier die Bedeutung der weiter unten benutzten Zeichen, die in der Versuchsanstalt in Gebrauch sind, erläuternd eingefügt:

Es bezeichnet:

G das Gewicht eines Körpers, in der Luft festgestellt;

G′ das Gewicht eines Körpers, in Wasser festgestellt.

Ferner entsprechend:

G_l das Gewicht eines Körpers im lufttrockenen Zustande;

G_t das Gewicht eines Körpers nach der Trocknung bei 100 C°;

G_p und G'_p die Gewichte eines Körpers mit Paraffinumhüllung;

G_w und G'_w die Gewichte eines Körpers im wassersatten Zustande;

J_g den aus der Gewichtsermittelung erhaltenen Inhalt eines Körpers;

J_m den aus Messungen bestimmten Inhalt eines Körpers (durch Maß oder Raummesser).

Es ist also

$$J_g = G_w - G'_w \text{ oder } = G_p - \left(G'_p + \frac{G_p - G_t}{0{,}93}\right),$$

wobei 0,93 das angenommene spezifische Gewicht des Paraffins ist.

s bezeichnet das spezifische Gewicht des lückenlosen Körpers (Pulver);

r das Raumgewicht des Körpers.

Das spezifische Gewicht des Materials an sich, d. h. der Steinmasse nach Abzug der von ihr umschlossenen Hohlräume wird ermittelt, indem der Stein zertrümmert und zu Pulver zerrieben wird. Das Steinpulver wird auf Sieben von 900 und 4900 Maschen auf 1 qcm abgesiebt, um in allen Fällen eine annähernd gleiche Korngröße des Steinpulvers dem Versuche zu Grunde zu legen. Das zwischen beiden Sieben verbleibende Pulver ist fein genug, um sich in kurzer Zeit mit Flüssigkeit zu sättigen, wie durch wiederholte Beobachtungen festgestellt wurde. Es wird bei 100—110 C° getrocknet und zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes entweder in dem Schumannschen Raummesser (Volumenometer) oder mit Hülfe des Raummessers von Dr. Erdmenger und Mann benutzt. Beide Apparate sind ausreichend bekannt, so daß sie nicht besonders beschrieben zu werden brauchen.

Der Quotient aus dem Gewichte des trockenen Materialpulvers und seinem Rauminhalte ergiebt das spezifische Gewicht des lückenlosen Steinmaterials $s = \frac{G_t}{J_m}$.

Zur Bestimmung des Raumgewichtes werden Materialstücke von ungefähr gleicher Größe bei 100—110 C° getrocknet. Es wird dann weiter entweder das Verfahren der Wasser-

[1]) Die Mohssche Skala lautet: 1. Talk, 2. Gips, 3. Kalkspath, 4. Flußspath, 5. Apatit, 6. Feldspath, 7. Quarz, 8. Topas, 9. Korund, 10. Diamant.

sättigung oder das Verfahren der Paraffinumhüllung eingeschlagen. Beide Verfahren führen nicht immer genau zu denselben Ergebnissen. Bei dem Paraffinumhüllungsverfahren ist Lufteinschluß in dem Paraffin schwer zu vermeiden. In größerer Zahl eingeschlossene Luftbläschen beeinflussen das Raumgewicht nach unten hin.

Das Wassersättigungsverfahren ist deshalb in allen den Fällen vorzuziehen, in welchen eine völlige Wassersättigung der Probestücke sich erreichen läßt.

Das Raumgewicht $r = \frac{G}{J}$ berechnet sich nach beiden Verfahren wie folgt:

a. Wassersättigungsmethode (Regel)

$$r_t = \frac{G_t}{G_w - G'_w} \text{ oder } \left[r_l = \frac{G_l}{G_w - G'_w} \right]$$

b. Paraffinumhüllungsmethode (Ausnahme)

$$r_t = \frac{G_t}{G_p - \left(G'_p + \frac{G_p - G_t}{0{,}93} \right)} \text{ oder } \left[r_l = \frac{G_l}{G'_p - \left(G'_p + \frac{G_p - G_l}{0{,}93} \right)} \right].$$

Die in [ ] gesetzten Werthe beziehen sich auf die Ermittelung der Raumgewichte bezogen auf den lufttrockenen Zustand, welche ungewöhnlich ist und im allgemeinen nur bei solchen Körpern angewendet wird, die ein Trockenen bei höherer Wärme ihrer Natur nach nicht vertragen.

Die Umhüllung der Steinstücke mit Paraffin wird in der Weise vorgenommen, daß die trockenen Steinstücke durch wiederholtes Eintauchen in geschmolzenes Paraffin mit einer dichten (keine Luftblasen enthaltenden) Paraffinschicht umgeben werden.

Das nur für gut bearbeitete Körper regelmäßiger Form zur Bestimmung des Raumgewichtes verwendbare einfachste Verfahren der Raumausmessung kann für Ziegel und andere künstliche Steine in den seltensten Fällen angewendet werden, da diese Körper zumeist rauhe und unebene Oberflächen aufweisen.

Der Quotient aus Raumgewicht durch spezifisches Gewicht stellt den Dichtigkeitsgrad des Steines dar, d. h. den Antheil der festen Masse an dem Gesammtinhalte. Je mehr sich dieser Quotient der Ziffer 1 nähert, desso dichter ist die Masse des Steines.

Der Dichtigkeitsgrad drückt sich demnach aus durch:

$$d_t = \frac{r_t}{s} \text{ und } \left[d_l = \frac{r_l}{s} \right]$$

und der Undichtigkeitsgrad, der Grad der Porosität, würde sein:

$$u_t = 1 - \frac{r_t}{s} \text{ und } \left[u_l = 1 - \frac{r_l}{s} \right].$$

Neben dem in der angedeuteten Weise an kleinen Probestücken ermittelten Undichtigkeitsgrade läßt sich die scheinbare Dichtigkeit bezw. Undichtigkeit durch das Verfahren der Wasseraufnahme ganzer Steine feststellen.

Die Wasseraufnahme der Gewichts- oder Raumeinheit von Ziegeln und anderen Bausteinen, die scheinbare Undichtigkeit (Porosität), wird in der Weise bestimmt, daß die Steine (je 10 Stück) zunächst nach dem Eintreffen einzeln gewogen, dann in einen Trockenschrank gebracht und bei einer Wärme von 50–60 C° bis zum gleichbleibenden Gewichte getrocknet werden[1]).

[1]) Die Beschlüsse der Münchener Konferenzen schreiben nur 30 C° Trockenwärme vor. Versuche, welche dazu dienen sollen festzustellen, ob der gleiche Grad der Trockenheit bei 30 C° und bei 100 C° erreicht wird, sind in Aussicht genommen.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die angegebene Wärme, welche der zur Verfügung stehende, etwa $^1/_2$ cbm große und gut gelüftete Trockenschrank im Durchschnitt ständig aufweist, ausreicht, um einen mäßig feuchten Ziegel in etwa zwei Tagen völlig auszutrocknen.

Die vollkommen trockenen Steine werden gewogen und zuerst nur theilweise, später tiefer und zuletzt völlig unter Wasser gebracht, wozu Leitungswasser verwendet wird. Die Wasseraufnahme wird durch Wägungen festgestellt nach 24, 72, 100, 125 und, wenn nöthig, nach 150 Stunden. Nach höchstens 100 Stunden pflegt bei den künstlichen Bausteinen der Zustand der Wassersättigung erreicht zu sein.

Das an verschiedenen Stellen ausgeübte Verfahren der Wassersättigung der Steine unter der Luftpumpe (Bauschinger) oder im Preßraum einer hydraulischen Presse bei 3 atm Wasserdruck (Hauenschild nach Lang) ist in der Versuchsanstalt als zu umständlich verlassen worden. Außerdem ist es denkbar, daß ein Stein unter der Luftpumpe erheblich mehr Wasser aufnimmt, als er beim Eintauchen in Wasser oder Benetzen mit Wasser unter gewöhnlichen Verhältnissen kapillar aufzusaugen und festzuhalten vermag, und nur die Feststellung der unter diesen praktisch möglichen Verhältnissen aufgenommenen Wassermenge soll Gegenstand der Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens sein.

Das Wasseraufnahmevermögen wird bezogen auf die Raumeinheit oder auf die Gewichtseinheit des Körpers; es wird berechnet aus den Mittelwerthen von zehn Versuchen. Die erstere Angabe soll die Regel, die Angabe nach dem Gewicht die Ausnahme bilden.

Man erhält also die Wasseraufnahme

a. für die Raumeinheit (Regel)

$$w_t = (G_w - G_t)\frac{r_t}{G_t} \text{ und } \left[w_l = (G_w - G_l)\frac{r_t}{G_l}\right];$$

b. für die Gewichtseinheit (Ausnahme)

$$w_t = \frac{G_w - G_t}{G_t} \text{ und } \left[w_l = \frac{G_w - G_l}{G_l}\right].$$

Die scheinbare Dichtigkeit drückt sich aus durch:

$$b_w = \frac{r_w}{s} = \frac{G_w}{G_w - G'_w} \cdot \frac{1}{s}$$

und die scheinbare Undichtigkeit (scheinbare Porosität) durch:

$$u_w = 1 - \frac{r_w}{s} = 1 - \frac{G_w}{G_w - G'_w} \cdot \frac{1}{s}.$$

Der Sättigungsgrad des Steines ist dann:

$$s = \frac{u_w}{u}.$$

Die wassergesättigten Steine werden nach Beendigung der Wasseraufnahmeprüfung sogleich auf der Steinsäge in zwei Hälften zerschnitten und in der weiter unten angegebenen Weise zu Probekörpern für die Druckversuche mit wassersatten Steinen hergerichtet, oder sie kommen in den Kühlschrank und werden — wie nachstehend geschildert — wiederholten Kälteangriffen unterworfen.

4. Einfluß von Kälte und Wärme.

Für jeden im Freien zu verwendenden Baustein ist es erforderlich, den Grad seiner Widerstandsfähigkeit gegen Kälte- und Wärmeeinflüsse zu ermitteln.

Die der künstlichen Frostwirkung auszusetzenden zehn Steine werden zuerst, wie die der Bestimmung der Wasseraufnahme unterworfenen, getrocknet, gewogen und mit Wasser gesättigt.

(Die Bestimmung der Wasseraufnahme erfolgt zumeist nebenher an anderen zehn Steinen.) Die Thatsache der völligen Wassersättigung wird durch wiederholte Wägungen festgestellt. Dann kommen die Steine in den weiter unten beschriebenen Kühlschrank, werden vier Stunden hintereinander einer Kälte von (im Mittel) etwa — 15 C° ausgesetzt und darauf in Leitungswasser von Zimmerwärme während drei Stunden wieder aufgethaut. Dieser Vorgang wird wechselweise 25 Mal wiederholt. Bei jedesmaligem Herausnehmen aus dem Kühlschrank werden die Steine genau untersucht; es wird ermittelt, ob Absplitterungen oder sonstige Schäden entstanden sind.

Jeder Stein wird in einem besonderen Gefäße aufgethaut, in dem sich die etwa losgelösten Steinsplitter sammeln. Ergeben sich größere Mengen abgesplitterter Theile, so werden diese getrocknet, gewogen und ihre Menge wird in Prozenten des Steingewichtes in dem Zeugnisse angegeben. Versuche, die völlig durchkälteten Steine plötzlich höheren Wärmegraden auszusetzen, sind noch nicht angestellt worden, aber in Aussicht genommen.

Die dem Froste 25 Mal nach einander unterworfen gewesenen Steine werden, falls sie sich nicht besonders stark beschädigt zeigen, auf der Steinsäge in Hälften geschnitten und, wie weiter unten angegeben, zu Druckversuchen verwendet.

Da es durch künstliche Kälteerzeugung bisher verhältnißmäßig selten gelungen ist, erhebliche Frostschäden an Ziegelsteinen zu erzeugen, habe ich außerdem Frostversuche eingeleitet, welche bezwecken, den Frost nur auf eine Seite (die Verblendseite) der Steine unmittelbar einwirken zu lassen[1]). Für diesen Zweck werden völlig trockene halbe Verblendsteine in konische Zinkkästen von der in Fig. 1 angegebenen Form und mit den Abmessungen: { oben 14,0 cm lang, 8,0 cm breit / unten 12,5 „ „ 6,5 „ „ }, 13 cm hoch mit der Verblendseite nach oben eingesetzt, die verbleibenden Hohlräume mit Korkmehl ausgefüllt und der obere Rand mit Cementmörtel vergossen. Die freie Steinoberfläche wird dann mit Wasser benetzt und der Kasten in den Kühlschrank gebracht. Das Aufthauen geschieht in warmer Luft; dann wird der Stein von neuem benetzt, ausgefroren u. s. w. Die Ergebnisse, die auf diese Weise im Vergleich zu Frostschäden, welche die praktische Anwendung der Steine hervorbrachte, gefunden werden, sollen später für sich veröffentlicht werden.

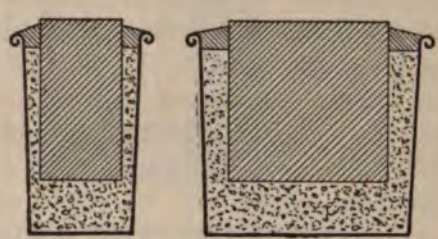


Fig. 1.

Die zu den Frostversuchen benutzte Kühlmaschine, von der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen geliefert, besteht aus einem vertikalen Ammoniakkompressor, der durch das Schwungrad mit Riemen betrieben wird und nach deutschem Reichspatent Nr. 59977 für Compoundwirkung eingerichtet ist. Damit in Verbindung steht der Ammoniakkondensator, eine schmiedeeiserne, starkwandige Spirale mit cylindrischem gußeisernen Mantel. Die Maschine kühlt eine Rohrspirale von etwa 40 m Länge, die in dem oberen Theile eines großen Schrankes eingebaut ist. Dieser Kühlschrank ist aus Holz nach Maßgabe der Fig. 2 (S. 70) gebaut, und zwar bestehen die inneren und äußeren Umfassungswände aus doppelten, je 18 mm dicken Brettern,

[1]) Ein ähnlicher Vorschlag ist von W. Olschewsky in Nr. 22, Jahrgang 1895 der Zeitschrift „Ziegel und Cement“ gemacht worden. Olschewski schlägt vor, die Verblendziegel so in einen Blechkasten zu setzen, daß nach allen Seiten hin etwa 8—10 mm Spielraum bleibt, der mit Cementmörtel umgossen werden soll.

zwiſchen denen eine Füllung von Holzwolle eingeſtampft iſt, ſo daß die Wände eine geſammte Dicke von 300 mm haben. Die äußeren Abmeſſungen ſind: 1,11 m breit, 1,60 m tief 2,04 m hoch, die inneren 0,5 × 1 × 1,8 m. 0,8 m der Höhe werden durch die Kühlſchlange eingenommen, ſo daß der nutzbare, mit Steinen zu beſetzende Raum bei 1 m Höhe ½ cbm beträgt. Der geſammte Innenraum iſt mit Zinkblech ausgekleidet. Die Thür hängt in zwei feſten Angeln und beſitzt Gummiſtreifen, welche ſich beim Verſchluß, der durch einen Vorreib

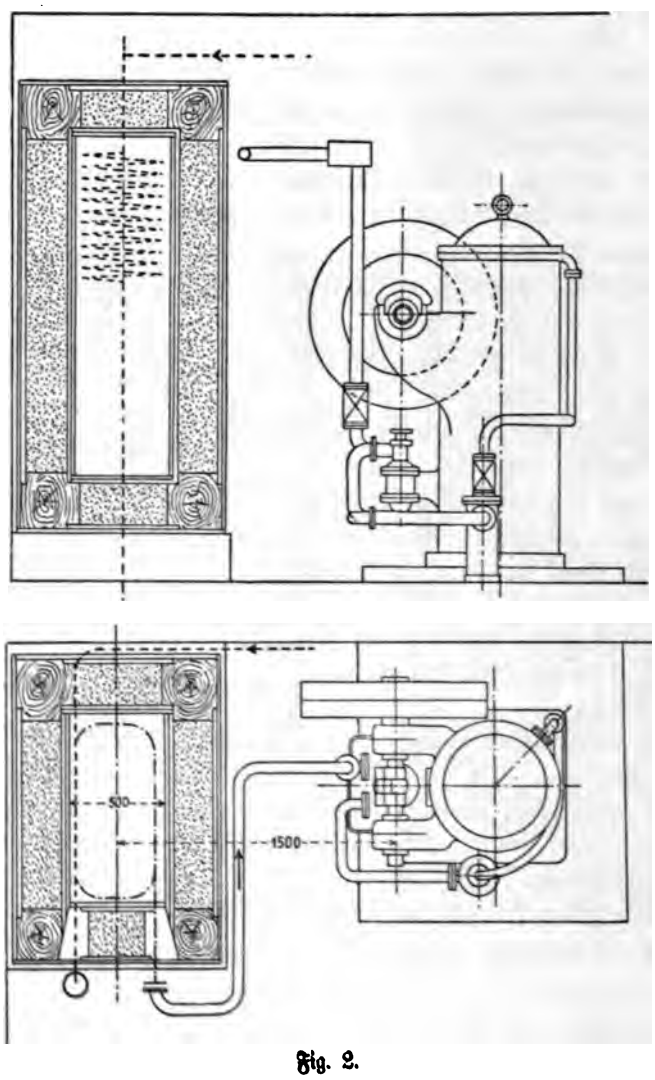


Fig. 2.

erfolgt, feſt an die ſchrägen Thürlaibungen anpreſſen und die Fugen dicht verſchließen. Zur Aufnahme der Probekörper, welche der Kältewirkung ausgeſetzt werden ſollen, dienen ſchmiedeeiſerne Geſtelle, die ſpäter ſo eingerichtet werden ſollen, daß ſie ſich auf Schienen leicht aus dem Kaſten ziehen, entleeren und wieder beſetzen laſſen, ohne daß ein nennenswerther Kälteverluſt im Schrank eintritt.

Ueber die Geſchwindigkeit, mit welcher die Luft im Innern des Kühlſchrankes abgekühlt wird und den Grad dieſer Abkühlung innerhalb gewiſſer Zeiten giebt die Tab. 2 Aufſchluß.

Die Kälte nimmt im allgemeinen um so langsamer zu, als die Füllung des Schrankes größer wird.

Tabelle 2. **Mittlere Kältegrade nach Celsius,**

gemessen 25 cm über dem Boden bei 8stündiger Beobachtung und verschiedenem Inhalt des Kühlschrankes.

Reihe	Inhalt cbdem	Kälte nach Stunden								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	153	0	3,2	5,5	7,5	9,2	10,5	11,8	12,8	13,8
2	139	4,3	6,3	7,8	9,3	10,8	12,1	13,6	14,6	15,4
3	137	2,5	4,5	6,8	8,5	9,9	10,6	12,0	13,1	14,5
4	94	2,5	5,5	7,7	9,5	11,2	12,8	13,8	14,8	16,3
5	79	3,2	10,8	13,3	14,3	15,5	17,0	18,3	19,5	—
6	77	2,3	9,9	12,9	14,5	16,9	18,0	19,0	20,1	20,7
7	65	0,5	7,3	9,3	11,0	12,0	14,0	15,4	17,2	18,4
8	60	3,5	6,1	8,8	11,1	12,2	13,3	14,4	16,1	17,7
9	48	4,5	6,8	8,5	10,0	11,5	13,5	14,5	16,0	17,0
10	27	3,0	5,0	8,0	10,0	13,5	15,0	17,5	18,5	20,0

Um zu erproben, in welcher Zeit das Innere eines auf den Boden des Gefrierschrankes eingesetzten Ziegelsteines bis auf den Nullpunkt abgekühlt wird, sind mehrere Ziegel von der Schmalseite aus in der Mitte etwa 8 cm tief angebohrt worden. In das Loch wurde ein mit Wasser gefülltes und verschlossenes Glasröhrchen gesteckt, ein Korkpfropfen aufgesetzt und die Oeffnung mit Cement vergossen. Die so vorbereiteten Steine wurden dann in den Schrank eingesetzt und nach 1, 2, 3 und $3^1/_2$ Stunden je ein Stein zerschlagen. Bei mehrfach wiederholten Versuchen ergab sich, daß das im Innern des Glasröhrchens befindliche Wasser bereits nach 3 bis $3^1/_2$ Stunden völlig zu Eis erstarrt war. Das Gefüge der wassersatten Steine läßt auch innerhalb der Poren nach dieser Zeit deutlich Eiskrystalle erkennen.

Um ferner zu ermitteln, bis zu welchem Kältegrade das Innere der Steine nach acht Stunden Frosteinwirkung erstarrt, wurde in die angebohrten Ziegel Quecksilber gegossen und ein Minimumthermometer eingesteckt. Es ergab sich nach 21 Versuchen bei einer mittleren Kälte im Schranke, gemessen nahe dem Boden desselben, von — 15,7 C° eine mittlere Abkühlung des Steininnern bis auf — 11,4 C°.

So wie es von Wichtigkeit ist, den Einfluß der Kälte auf die Ziegel zu beobachten, so kann es unter gewissen Bedingungen auch erforderlich werden, den Einfluß starker Erwärmung und darauf folgender langsamer oder plötzlicher Abkühlung von Ziegelsteinen kennen zu lernen.

Derartige Versuche richten sich naturgemäß völlig nach dem Zweck, dem sie dienen sollen, werden aber zumeist so ausgeführt, daß eine Anzahl Steine eine gemessene Zeit einer ebenfalls gemessenen Wärme ausgesetzt und dann an die Luft gebracht oder sogleich in kaltes Wasser getaucht werden. Es ist dann zu beobachten, welche äußeren Schädigungen die Steine hierdurch etwa erlitten oder wie viel sie von ihrer ursprünglichen Druck- oder Biegefestigkeit eingebüßt haben.

5. Lösliche Bestandtheile.

In vielen gebrannten Steinen finden sich in größerer oder geringerer Menge Bestandtheile vor, die im Wasser löslich sind, und, wenn sie auch nur in seltenen Fällen eine direkte Zerstörung des Steines herbeiführen werden, doch insofern schädlich wirken, als sie, von dem verdunstenden Wasser an die Oberflächen des Steines herausgetragen und dort abgesetzt,

das äußere Ansehen schädigen, unter gewissen Bedingungen den Zusammenhang zwischen Putz und Mauerwerk aufheben oder auch, den Putz durchdringend, Zerstörungen der auf dem Putz angebrachten Malereien oder Tapeten verursachen können. Diese löslichen Bestandtheile, vorzugsweise schwefelsaure Salze, haben ihren Ursprung zum Theil in der Zusammensetzung des zur Herstellung der Ziegel benutzten Thones, können aber auch durch die Verbrennungsgase des Ofens noch während des Brennprozesses erzeugt werden.

Jeder Ziegler weiß, wie schwer sich der Kampf gegen diese inneren Feinde gestaltet, die rechtzeitig zu erkennen für den Bauherrn von großer Wichtigkeit ist. Andererseits muß hervorgehoben werden, daß Auswitterungsprodukte, welche sich auf Mauerflächen zeigen, nicht immer aus den Steinen herzurühren brauchen. Vielfach stammen diese Salze aus dem Mörtel, namentlich dann, wenn er noch frisch und nicht genügend nachgelöscht ist. Neue Mörtel enthalten Gips, der sich mit dem Feldspath des Sandes umsetzen und lösliche Salze bilden kann. Für den Ziegelfabrikanten ist es daher wichtig, um späteren Vorwürfen vorzubeugen, zweifellos feststellen zu lassen, daß die für einen bestimmten Zweck gelieferten Steine schädliche Bestandtheile nicht, oder doch nur in geringer, für die Praxis bedeutungsloser Menge enthalten. Diese Feststellung darf sich nicht nur auf Verblendsteine richten, sondern muß auch die Hintermauerungssteine berücksichtigen, da häufig die auf den Verblendseiten der Gebäude beobachteten Auswitterungen und Zerstörungen auf die Salze der Hintermauerungssteine zurückzuführen sind.

Dem Verfahren der Bestimmung dieser löslichen Salze muß deshalb eine ganz besondere Sorgfalt gewidmet werden. Nach den Beschlüssen der internationalen Konferenzen werden zur Prüfung der Ziegelsteine auf das Vorhandensein löslicher Salze fünf solche Steine und zwar die schwächst gebrannten einer Lieferung und solche, welche noch nicht vom Wasser berührt worden sind, nach drei Richtungen gespalten und von den je acht Spaltstücken die nach dem Steininnern gelegenen Ecken abgeschlagen. Diese werden gepulvert und durch ein Sieb von 900 Maschen für 1 qcm abgesiebt. Auf einem Siebe von 4900 Maschen für 1 qcm wird dann der feinste Staub entfernt und das zwischen dem 900 und 4900 Maschensieb verbleibende Pulver untersucht. Für das Absieben des Pulvers auf dem 4900 Maschensieb ist ein Grund nicht angegeben und auch nicht ohne Weiteres ersichtlich. Vermuthlich soll das Siebfeinste entfernt werden, weil die Filtration des ausgekochten Ziegelpulvers um so größere Schwierigkeiten bereitet, je feiner das Pulver ist. Es gelingt nur selten, ein völlig klares Filtrat zu gewinnen.

Versuche, um zu ermitteln, ob etwa die Entfernung des Siebfeinsten aus dem Ziegelpulver das Ergebniß in Bezug auf die ermittelte Menge der löslichen Salze beeinflußt, sind eingeleitet worden.

Einstweilen hat die beschriebene Entnahme des Probematerials auch in der Abtheilung für Baumaterialprüfung Eingang gefunden, nur werden nicht die schwächst gebrannten Steine der Lieferung ausgesucht, sondern es wird möglichst darnach gestrebt, eine Durchschnittswaare der Prüfung zu unterwerfen.

Nach dem von den Konferenzen vorgeschlagenen Verfahren sollen ferner von dem Ziegelpulver 25 g mit 250 ccm destillirtem Wasser ausgelaugt, unter ungefährem Ersatz des verdampfenden Wassers eine Stunde gekocht, dann filtrirt und ausgewaschen werden. Dieses Verfahren ist in der Abtheilung für Baumaterialprüfung verlassen worden, eben weil ein klares Filtrat schwer zu erhalten war; die feinsten Theile des Ziegelpulvers werden in den meisten Fällen vom Filter nicht zurückgehalten.

Ich habe daher ein bereits im Chemischen Laboratorium für Thonindustrie erprobtes Verfahren eingeführt. Darnach werden von dem auf dem 4900 Maschensiebe verbleibenden Pulver 50 g mit etwa 500 ccm destillirtem Wasser unter Ersatz des verdampfenden Wassers eine Stunde gekocht.

Dann wird der Inhalt des Kochgefäßes in einen Glaskolben von 1 l Inhalt gespült, erkalten gelassen und bis zur Marke aufgefüllt.

Nach dem Absitzenlassen wird unter Berücksichtigung des dem angewandten Materiale entsprechenden Rauminhaltes die Hälfte der Flüssigkeit (25 g Substanz entsprechend) mittelst eines ca. 3—4 cm über dem Boden des Glaskolbens befindlichen Abflußhahnes durch ein Filter abgelassen. Die Abbildung Fig. 3 zeigt den hierzu benutzten Apparat.

Fig. 3.

Es ist dies ein Verfahren, welches sich gut bewährt hat, aber etwas mehr Zeit in Anspruch nimmt als das erste, da es oft 5—6 Tage und länger dauert, bis die Flüssigkeit in dem Glaskolben klar geworden ist. Es sind deshalb noch Versuche im Gange, das Absetzen des Ziegelpulvers durch Zusätze anderer Stoffe zu beschleunigen.

Die Menge der in Wasser löslichen Salze wird durch Eindampfen der Lösung, schwaches Glühen und Wiegen des Rückstandes ermittelt und in Prozenten des verwendeten Materialpulvers angegeben.

Von der quantitativen Analyse der Salzmasse, wie sie die internationalen Konferenzen empfohlen haben, wird im Allgemeinen Abstand genommen; sie wird nur dann ausgeführt, wenn besondere Gründe es wünschenswerth erscheinen lassen, die Zusammensetzung der auswitterungsfähigen Produkte kennen zu lernen, etwa um vorhandene Fabrikationsfehler durch geeignete Zusätze zum Thon auszugleichen.

6. Schädliche Beimengungen.

Um zu erkennen, ob etwa der Thon an sich schädliche Beimengungen enthält, die unter gewissen Voraussetzungen eine Zerstörung oder doch eine Verschlechterung des Aussehens der Ziegel herbeiführen können, wird zu den Prüfungen ein geformter, ungebrannter Stein eingefordert, der in Wasser aufgeweicht und abgeschlämmt wird. Der Schlämmrückstand wird bei 100 C° getrocknet und mit der Lupe untersucht. Als schädliche Beimengungen gelten: Kohlensaurer Kalk, der sich durch Aufbrausen mit Salzsäure zu erkennen giebt, Schwefelkies, Marienglas und ähnliche Stoffe. Ist kohlensaurer Kalk in größerer Menge in dem Thon enthalten, so werden einige Stücke des gebrannten Steines in einem Papinschen Topf so aufgehängt, daß sie vom Wasserdampf umspült, aber nicht vom Wasser berührt werden. Das Wasser wird 3—4 Stunden im Sieden erhalten, so daß ein geringer Ueberdruck entsteht. Nach dieser Behandlung werden die Steinstücke auf etwaige Absplitterungen untersucht.

II. Prüfung von Mauersteinen im besonderen.

a. Ganze (4/4) Steine.

1. Druckfestigkeit.

Zur Prüfung auf Druckfestigkeit wurden früher die Vollsteine wie auch die 4/4 Hohlsteine im Anlieferungszustande, d. h. ohne besondere Vorbereitung, also ohne Abgleichung der Druckflächen und ohne Trocknung verwendet.

Da es in vieler Beziehung erwünscht war, auch die Prüfung der Ziegel thunlichst an würfelförmigen Körpern durchzuführen, und auch die Beschlüsse der internationalen Konferenzen die Herstellung solcher Körper vorschreiben, werden neuerdings alle 4/4 Steine auf einer Gattersäge in zwei Hälften zerschnitten und diese Hälften mit reinem Portlandcement so aufeinander gemauert, daß die beiden Schnittflächen auf eine Seite des entstehenden würfelförmigen Körpers zu liegen kommen. Nach genügender Erhärtung werden sodann die Druckflächen dieses Körpers mit reinem Portlandcement eben und parallel abgeglichen. Zu diesem Zwecke wird ein einfacher Apparat benutzt, wie er in Fig. 4 dargestellt ist und wie ihn Professor Bauschinger in München zuerst angewendet hat. Die zehn Ziegelkörper werden dicht neben einander auf eine ebene, mit Zinkblech beschlagene Tischplatte gestellt und zwischen zwei kieferne behobelte Bretter so eingeklemmt, daß die Oberkante der Bretter um 1—2 mm über dem höchsten Punkte der Ziegelkörper liegt und mit der Tischfläche parallel läuft.

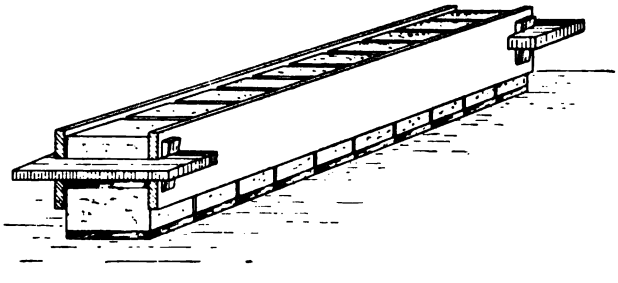


Fig. 4.

Der Raum zwischen der Oberfläche der Ziegel und den beiden Seitenbrettern wird dann mit reinem, in mörtelartiger Beschaffenheit angerührtem Portlandcement angefüllt und dieser nach erfolgtem Anziehen des Cementes mit einem eisernen Lineal glatt und eben abgestrichen, wobei die Brettkanten als Führung für das Lineal dienen.

Nach erfolgtem Abbinden der Cementschicht werden die Bretter gelöst und die einzelnen Körper von einander durch einen leichten Schlag auf ein auf die Cementschicht gesetztes Messer

getrennt. Die Körper werden nun auf diese Cementschicht wiederum neben einander gestellt und das Verfahren mit der gegenüberliegenden Druckfläche wiederholt.

Nach Erhärtung der Cementschichten werden sie auf einer ebenen Platte sauber eben abgeschliffen.

Auf diese Weise wird erreicht, daß der Druck gleichmäßig über die Druckfläche vertheilt wird, indem die Druckplatten, von denen eine im Kugellager beweglich ist, sich eng an die Druckflächen der Probekörper anlegen.

Die so vorbereiteten Körper werden, je nachdem sie im trockenen oder im nassen Zustande geprüft werden sollen, getrocknet oder mit Wasser gesättigt.

Da der Zustand der Lufttrockenheit selbst bei mehrtägigem Lagern der Ziegel im Zimmer ein sehr verschiedener sein kann, je nachdem die Steine vor der Einsendung in einem trockenen Raume oder im Freien, starken Regengüssen ausgesetzt, gestanden haben, werden jetzt alle Steine, die im trockenen Zustande geprüft werden sollen, durch Trocknen bei 50—60 C° auf den Zustand völliger Trockenheit gebracht.

Diejenigen Steine, die der Prüfung auf Wasseraufnahme unterlegen haben, werden nach dem Vermauern aufs Neue völlig mit Wasser gesättigt und dann auf Druckfestigkeit im wassersatten Zustande geprüft.

Steine, deren Druckfestigkeit ermittelt werden soll, nachdem sie einer 25 Mal wiederholten Frosteinwirkung ausgesetzt gewesen sind, werden gleichfalls in der angegebenen Weise zu Würfeln vermauert und, je nachdem ein Vergleich mit den trocken geprüften oder mit den wassersatt geprüften, nicht ausgefrorenen Steinen herbeigeführt werden soll, im trockenen oder im wassersatten Zustande der Druckbeanspruchung unterworfen.

Für die Druckversuche wird eine hydraulische Presse benutzt, welche eine Gesammtbelastung von 150 t und ein gleichmäßig fortschreitendes Steigern der Belastung zuläßt, so daß Stöße vermieden werden. Die Presse ist auf ihre Fehlerquellen eingehend untersucht und für ausreichend genau befunden worden.

Um die Beziehungen zwischen der Festigkeit der unverändert gebliebenen und auf ihre ganze Fläche gedrückten Steine zu der Festigkeit der zu Würfeln vermauerten Ziegel festzustellen, sind umfangreiche Versuchsreihen angestellt worden, deren Bekanntgabe einer besonderen Veröffentlichung vorbehalten werden muß.

2. Haftfestigkeit, Zugversuche.

Wenn es sich darum handelt, festzustellen, inwieweit eine Steinart einem bestimmten Mörtel oder verschiedenen Mörtelarten geeignete Haftflächen bietet, um mit einem Worte die „Haftfestigkeit" von Mörtel am gebrannten Mauerstein festzustellen, werden je zwei Steine der Steinsorte, welche der Prüfung unterworfen werden soll, kreuzweise auf einander gemauert; nach der beantragten oder willkürlich angenommenen Zeit der Erhärtung des Mörtels, etwa nach 7 oder nach 28 Tagen, wird an dem so entstandenen Körper ein Zugversuch derartig angestellt, daß die überstehenden Steinenden von Klauen umfaßt und die Steine auseinander gerissen werden. Hierbei wird nicht nur die Kraft gemessen, welche erforderlich ist, die beiden Ziegel auseinander zu reißen, sondern auch beobachtet, welche Beschaffenheit die Bruchfläche zeigt, insbesondere ob der Bruch in dem Mörtelbande oder zwischen Mörtel und Stein erfolgt ist, oder ob aus dem einen Stein schalenförmig Stücke mit herausgerissen wurden, welche mit dem Mörtel am anderen Steine haften. Dasselbe Verfahren wird angewendet, um gewisse Mörtelarten auf ihre Haftfestigkeit am Stein zu untersuchen. Es werden dann

den Versuchen Ruthenower Mauersteine, deren Festigkeit und Porosität bekannt ist, zu Grunde gelegt.

3. Biegefestigkeit.

Bei der praktischen Verwendung von Verblendsteinen wie auch von Pflasterklinkern, Trottoirplatten, Fliesen und ähnlichen Materialien kann eine Beanspruchung auf Biegung dann eintreten, wenn die Verblender ausgekragt, beziehungsweise die Pflastersteine und Platten mangelhaft verlegt sind.

Die Ermittelung der Biegefestigkeit geschieht bei völlig prismatischen Körpern in der Weise, daß der Körper auf zwei prismatische Stahlstäbe gelegt und in der Mitte belastet wird. Die Druckbeanspruchung in der Mitte wird durch einen eisernen Rundstab auf den Körper übertragen. Es wird sodann die gesammte Bruchbelastung im Mittel aus zehn Versuchen angegeben und die Biegefestigkeit nach der Formel $\sigma_B = \frac{P \cdot l}{4\,W}$ berechnet.

Auch die Biegefestigkeit der 4/4 Voll- und Hohlsteine sowie der Platten, Fliesen u. s. w. wird, wie die Druckfestigkeit, den jeweiligen Verhältnissen bezw. dem Antrage entsprechend, an trockenen, mit Wasser gesättigten oder dem Froste ausgesetzt gewesenen Probestücken ermittelt.

4. Abnutzbarkeit.

Ziegel, die vorzugsweise oder gelegentlich für Pflasterungen Verwendung finden, müssen auf ihre Abnutzbarkeit durch Schleifen geprüft werden. Zu diesem Zwecke werden aus zwei Probesteinen zwei Stücke auf der Steinsäge herausgeschnitten, so daß die abzunutzende Fläche rund 50 qcm groß ist und ein Quadrat darstellt. Zu dieser Fläche wird diejenige Seite des Steines genommen, die bei der Verwendung die Oberseite des Pflasters bilden würde. Die beiden Probeflächen werden völlig getrocknet, dann wird durch Abschleifen mit Schmirgel die abzunutzende Fläche völlig eben hergestellt, der Körper gewogen und in die Abnutzungsmaschine eingespannt.

Sie ist dies eine von Bauschinger in das Versuchswesen eingeführte Maschine, bestehend aus einer horizontal rotirenden Gußeisenscheibe von 75 cm Durchmesser, die in der Minute 30 Umgänge macht. Auf diese Scheibe wird der durch eine Klaue gehaltene Probekörper mit 20 kg Belastung (ausschließlich Eigengewicht), d. h. also mit einem Druck von 11,1 kg qcm aufgepreßt und unten abgeschliffen. Der gesammte Schleifweg, den der Körper zu durchlaufen hat, beträgt 608 m (440 Umdrehungen bei 22 cm mittlerem Halbmesser der schleifenden Fläche). Die Geschwindigkeit der Scheibe beträgt 0,69 m/sec. (30 Umdrehungen in der Minute.) Nachdem die Scheibe mit 20 g Naxosschmirgel Nr. 3 befeuchtet und 22 Mal gedreht ist, wird der Schmirgel und das abgeschliffene Steinpulver entfernt und von Neuem dieselbe Menge Schmirgel aufgegeben. Diese Verrichtung wird fünf Mal hintereinander wiederholt und darauf der Gewichtsverlust des Körpers durch Wiegen festgestellt. Dasselbe geschieht, nachdem der Körper in derselben Weise 220, 330, 440 Umdrehungen der Schleifscheibe ausgesetzt worden ist. Aus der größeren oder geringeren Uebereinstimmung der in Gramm ausgedrückten Gewichtsverluste des Körpers ist die größere oder geringere Homogenität, die größere oder geringere Härte der äußeren oder der inneren Theile des Körpers zu ersehen. Die Summe der aus den vier Arbeitsvierteln gewonnenen Zahlen wird durch das vorher ermittelte Raumgewicht r des Steines dividirt und ergiebt dann die gesammte Abnutzung des Körpers in ccm. In derselben Weise wird der zweite Körper behandelt und aus den Abnutzungswerthen beider Körper das Mittel gebildet.

Vollsteine, die Pflasterzwecken dienen sollen, werden auf Antrag auch Stoßwirkungen ausgesetzt. Ihr Widerstand gegen diese Beanspruchung wird in der weiter unten bei der Prüfung der Dachziegel beschriebenen Weise ermittelt.

b. ½ Lochsteine und Riemchen.

Halbe Steine und Riemchen werden, abgesehen von der Prüfung auf ihre sonstigen Eigenschaften, nur auf Druckfestigkeit, nicht auf Biegefestigkeit geprüft. Da diese Steine häufig auf der Fugenseite Nuthen zur besseren Aufnahme des Mörtels besitzen und die Fugenflächen beim Versuche als Druckflächen benutzt werden, ist es nothwendig, diese Druckflächen mit Portlandcement abzugleichen, um sie völlig eben und parallel zu gestalten. Von einem Aufeinandermauern der halben Steine und der Riemchen wird im allgemeinen abgesehen, vielmehr werden diese Steine als selbstständige Konstruktionstheile behandelt und möglichst in unveränderter Form aber mit ebenen Druckflächen der Prüfung auf Druckfestigkeit unterworfen.

III. Dachziegel.

1. Biegefestigkeit.

Die verschiedenen Formen der gebrannten Dachziegel müssen naturgemäß bei der Prüfung ihrer Eigenart entsprechend behandelt werden. Die Ermittelung des spezifischen Gewichtes, des Raumgewichtes, des Dichtigkeitsgrades, des Bruchgefüges, der löslichen Bestandtheile und schädlichen Beimengungen, sowie der Wasseraufnahme und der Frostwirkung wird in derselben Weise wie weiter oben (an anderen Steinen) geschildert, vorgenommen. Im Uebrigen werden Dachsteine auf Biegung in verschiedenen Zuständen, wie lufttrocken, getrocknet, wassersatt und nach Frostbeanspruchung im trockenen oder nassen Zustande, je nach Antrag geprüft. Hierbei ist es nothwendig, auf die Abmessungen und die Form der Ziegel besondere Rücksicht zu nehmen. Die vielen Arten und Formen von Dachfalzziegeln, von Krempziegeln und Biberschwänzen machen einen unmittelbaren Vergleich zwischen den Biegefestigkeiten dieser Steine unmöglich. Es wird deshalb im Allgemeinen bei allen Dachziegeln, welche einen unregelmäßig und unsymmetrisch gestalteten Querschnitt haben, als Ergebniß des Biegeversuches nur diejenige Belastung (Bruchbelastung) angegeben, bei welcher der Ziegel seinen Zusammenhang aufgiebt, d. h. in der Mitte durchbricht. Das Mittel aus zehn Versuchen stellt den gültigen Werth für diese Belastung dar. Um solchen Ziegeln eine gleichmäßige Auflage an den Stützpunkten zu geben, werden sie auf der Unterseite an beiden Enden, auf der Oberseite in der Mitte mit einer 1 cm breiten Cementleiste versehen, die sich parallel und eben den Druckplatten anschmiegt. Nur solche Dachziegel, welche einen rechteckigen Querschnitt haben, werden ohne Anwendung solcher Cementleisten gebrochen, und bei ihnen wird auch die Biegefestigkeit nach der oben angegebenen Formel berechnet.

Um den Dachstein in dem Prüfungszeugnisse zu kennzeichnen, werden seine hauptsächlichsten Abmessungen angegeben und seine Gestalt durch eine beigefügte Skizze oder Photographie kenntlich gemacht.

2. Wasserdurchlässigkeit.

Außer der Prüfung auf Festigkeit nach den oben genannten Prüfungsverfahren werden die Dachziegel unter Umständen auch einer Prüfung des Wasseraufsaugevermögens der Oberfläche, sowie der Wasserdurchlässigkeit des Scherbens unterworfen. Es geschieht dies in einer, den Vorschlägen der internationalen Konferenzen ähnlichen Weise. Scherbenstücke von etwa

100 mm im Quadrat werden getrocknet und an den Bruchflächen mit Wachs oder Paraffin gedichtet; dann werden auf die Oberflächen von fünf in solcher Weise vorbereiteten wagerecht gelagerten Scherbenstücken cylindrische und mit Theilstrichen versehene Glasröhren mit 35 mm lichtem Durchmesser wasserdicht aufgekittet und mit Wasser gefüllt. Sodann wird beobachtet, innerhalb welcher Zeit eine gewisse Menge des Wassers in den Ziegel einzieht und welche Zeit vergeht, bis sich etwa unter den bei völliger Entleerung wieder aufgefüllten Röhren an der Unterseite des Scherbens ein Durchsickern des Wassers durch einen feuchten Fleck kenntlich macht, oder bis an der unteren Fläche Tropfenbildung entsteht. Im Allgemeinen wird das Eindringen des Wassers nach 1, 2, 3, 4, 5 und 24 Stunden beobachtet und die in diesen Zeiträumen eingezogene Wassermenge festgestellt.

3. Stoßfestigkeit.

Eine weitere Prüfung, die neuerdings außer auf Trottoirplatten u. s. w. auch auf Dachziegel angewendet wird, ist die Prüfung auf Stoßfestigkeit.

Der Prüfung auf Stoßfestigkeit werden in erster Linie Dachbedeckungs- und Pflastermaterialien unterworfen. Diese Prüfung soll Aufschluß darüber geben, welchen Widerstand die Baustoffe genannter Art plötzlichen Stößen entgegenzusetzen vermögen, die sie durch Begehen bezw. Befahren, Aufschlagen von Gegenständen u. s. w. erleiden können. Die Stoßfestigkeit wird deshalb durch Schlagversuche ermittelt, bei denen ein Gewichtsstück (Fallgewicht) von bestimmter Schwere aus gemessener Höhe auf die Dachziegel oder Platten herunterfällt, welche in einem Kasten auf gesiebten und festgerüttelten, feinen Sand mit der Hand durch Verschieben fest aufgelegt wurden.

Als Fallgewicht dient ein birnenförmiger eiserner Körper, dessen Gewicht der muthmaßlichen Stoßfestigkeit der Versuchsstücke angepaßt ist. Es sind drei solcher Fallgewichte in Gebrauch, die an dem stärkeren Ende kugelig abgerundet, und an dem nach oben gekehrten, spitzen Ende mit einem Haken versehen sind:

1. 1995 g Gewicht, Krümmungsradius unten 32 mm
2. 1001 „ „ „ „ 26 „
3. 502 „ „ „ „ 20 „

Der Fallkörper wird zur Einstellung auf eine bestimmte Fallhöhe an einem dünnen Faden aufgehängt, welcher durchgeschnitten wird, sobald sich das Gewicht in Ruhe befindet.

Zur Vermeidung eines mehrmaligen Aufschlagens des zurückgeschnellten Fallgewichtes wird dasselbe nach dem ersten Aufschlagen stets abgefangen.

Die Schläge werden auf die Oberseite der Ziegel und Platten und zwar in der Mitte ausgeübt. Um zutreffende Vergleichswerthe für die Widerstandsfähigkeit der Versuchsstücke gegen Stoß zu erhalten, wird dahin gestrebt, an zehn Proben gleicher Art diejenige Stoßarbeit zu ermitteln, welche im Stande ist, den Dachziegel bezw. die Platte mit einem Schlage zu zertrümmern.

Die Ergebnisse der Schlagversuche werden so zusammengestellt, daß die Fallhöhe in m und hieraus sowie aus dem Gewicht des Fallkörpers berechnet die Arbeit in mkg für jeden Schlag, und außerdem die Anzahl der Schläge angegeben wird, falls der Versuchskörper nicht auf den ersten Schlag zerstört sein sollte.

Tritt nach dem ersten Schlage noch keine Zerstörung ein, so wird bei dem zweiten und eventl. den folgenden Schlägen die Fallhöhe sprungweise um 1 bis 5 cm gesteigert, bis die Zerstörung erfolgt. Die Art der Zerstörung wird in dem Prüfungszeugniß angegeben, z. B.

„die Ziegel zersprangen vom Treffpunkte des Fallgewichtes aus in zwei bis drei regelmäßige Stücke", oder bei glasirten Ziegeln: „der Bruch der Ziegel erfolgte vom Treffpunkte des Fallgewichtes aus, ohne daß die Glasur abblätterte oder in größerem Umfange rissig wurde. Das Fallgewicht hinterließ auf der Glasur nur kleine, durch feine kreisförmige Risse begrenzte Flecke von etwa 5 mm Durchmesser."

Nachdem sich dieses Verfahren der Ermittelung der Stoßfestigkeit bei einer großen Reihe von Versuchen bewährt hat, ist von Prof. Martens ein Apparat konstruirt und in Arbeit gegeben worden, welcher die Festhaltung des Fallgewichtes und seine mechanische Auslösung in jeder beliebigen Fallhöhe ermöglicht und das jedesmalige Durchschneiden des Fadens somit überflüssig macht.

IV. Glasirte Steine.

Bei der Prüfung von glasirten Steinen, Dachsteinen sowohl wie Verblendern, wird es sich in erster Linie darum handeln, die Wetterbeständigkeit der Glasur festzustellen. Da die Abtheilung für Baumaterialprüfung noch nicht in der Lage ist, die chemische Zusammensetzung von Glasuren zu bestimmen, muß sich die Prüfung darauf beschränken, den Einfluß der Atmosphärilien durch einen Versuch zu ermitteln, der schneller als dies in Wirklichkeit geschehen würde, über die Beständigkeit des Glanzes und der Farbe der Glasur Aufschluß giebt. Ein bewährtes Mittel hierfür ist die Salzsäure. Einige glasirte Steine oder Steinstücke werden in ein zum Theil mit konzentrirter Salzsäure gefülltes Glas so eingetaucht, daß sie ungefähr zur Hälfte aus der Säure herausragen. Einige andere Steine oder Stücke werden mit einer Glasglocke bedeckt, unter welcher sich gleichzeitig eine Schale mit rauchender Salzsäure befindet. Es wird dann beobachtet, nach welcher Zeit die Glasur in der Säure und in dem Säuredampfe eine Abnahme des ursprünglichen Glanzes, ein Hervortreten bunten Farbenschimmers (Irisiren) zeigt. Unter der Wirkung der Säuredämpfe überzieht sich die nicht wetterbeständige Glasur nach längerer oder kürzerer Frist mit einem weißen, leicht anhaftenden Anfluge (Hydrosilikat), unter welchem nach Abwischen desselben das Irisiren hervortritt. Gute, wetterbeständige Glasuren zeigen diese Erscheinung nicht oder erst nach sehr langer Frist.

Bei der Beurtheilung von glasirten Steinen ist es ferner von Wichtigkeit, festzustellen, ob die Glasur fest am Steine haftet oder ob etwa in Folge ungleichmäßiger Schwindungsverhältnisse des Scherbens und der Glasur beim Brennen Spannungen zwischen beiden entstanden sind, die das Abblättern der Glasur erleichtern. Ueber diese Eigenschaften giebt die Prüfung auf Stoßfestigkeit, welche in gleicher Weise ausgeführt wird, wie weiter oben bei der Prüfung der Dachsteine beschrieben wurde, zuverlässigen Aufschluß.

Da auch eine gut am Scherben haftende, sorgfältig aufgebrannte Glasur gewissen äußeren mechanischen Angriffen auf die Dauer nicht Widerstand leisten wird, kann es unter Umständen von Wichtigkeit sein, namentlich bei Dachsteinen die Wasserdurchlässigkeit des Scherbens unter der Glasur zu ermitteln. Zu diesem Zwecke wird die Glasur solcher Steine an einer Stelle abgeschliffen und auf die so bloßgelegte Stelle des Scherbens die mit Theilstrichen versehene Glasröhre aufgekittet. Die Ausführung der Prüfung erfolgt dann in derselben Weise, wie weiter oben die Prüfung auf Wasserdurchlässigkeit von Dachsteinen beschrieben wurde.

V. Feuerfeste Steine.

Feuerfeste Backsteine oder Chamotteziegel werden aus feuerbeständigem Thon unter Zumischung von Chamottemehl, d. h. stark gebranntem und fein zerkleinertem Thon, hergestellt. Ihre Prüfung kann sich erstrecken auf die Widerstandsfähigkeit der Chamottesteine gegen mechanische Beanspruchung und wird sich in allen Fällen erstrecken müssen auf die Feststellung des Schmelzpunktes, der Feuerfestigkeit.

Für den ersteren Fall kommt die Prüfung auf Biegefestigkeit und auf Druckfestigkeit der gebrannten und getrockneten Steine in Frage, die in derselben Weise ausgeführt wird, wie die Bestimmung derselben Eigenschaften gewöhnlicher Mauersteine.

Die Prüfung der Druck- und Biegefestigkeit, sowie des Stoßwiderstandes glühender feuerfester Steine, welche möglicherweise zu neuen, bisher unbeachtet gebliebenen Unterscheidungsmerkmalen führt, wird angestrebt.

Zur Prüfung der Feuerfestigkeit oder genauer der Schmelzbarkeit feuerfester Steine und Mörtel wird ein Verfahren ausgeübt, welches Dr. H. Seger in die Thonindustrie eingeführt hat.

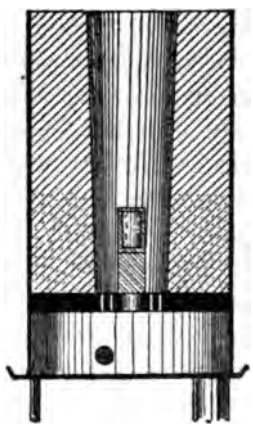


Fig. 5.

Zur Bestimmung der Schmelzpunkte dient hiernach der Devillesche Ofen. Dieser besteht bekanntlich aus einem hohlen Cylinder von feuerfestem Material, der unten durch eine starke, eiserne Platte begrenzt ist. Diese Platte hat in der Mitte eine Oeffnung von 3 cm Durchmesser, um die herum zwei Reihen feinerer Löcher von 6 mm Bohrung in gleichem Abstand vertheilt sind. Der 35 cm hohe feuerfeste Cylinder ist mit einem eisernen Mantel umgeben, welcher unten über die gelochte Platte um 8 cm hinausragt und auf einem Eisenteller mit drei Füßen ruht, die in Fig. 5 als abgebrochen wiedergegeben sind. Der Raum zwischen Teller und Bodenplatte hat seitlich eine runde Oeffnung von 25 mm Weite, durch welche Luft mittelst eines cylindrischen Blasebalges von 50 cm Durchmesser unter Druck eingeführt wird. Den überstehenden aufgebogenen Rand des eisernen Tellers verschmiert man mit einem stark sandigen, nicht schwindenden Thon, damit hier die eingeblasene Luft nicht entweichen kann. Der Brennraum ist schwach conisch und hat unten 9 cm, oben 11 cm Durchmesser. Die ca. 6 cm starke feuerfeste Ausfütterung des Ofens besteht bis zu ca. 12 cm Höhe aus sintergebranntem Magnesit der Carl Spaeterschen Magnesitwerke in Veitsch, Steiermark. Der übrige Theil des Futters ist mit einem Gemisch von 90 Theilen sintergebranntem Magnesit und 10 Theilen Zettlitzer Kaolin ausgestampft. Ein solches Futter ist ungemein widerstandsfähig und ausdauernd. Zur Herstellung der Versuchstiegel wird ein stark gebrannter Chamotte aus gleichen Theilen Aluminiumoxyd (Thonerde) und Zettlitzer Kaolin benutzt, der mit einem zum Formen erforderlichen Zusatz von Zettlitzer Kaolin verarbeitet wird. Zu den Untersätzen der Tiegel wird feuerfeste Chamottemasse verwendet, die nicht unterhalb des Segerschen Brennkegels 35 schmilzt. Die Feuerfestigkeit der Tiegel ist so hoch, daß der Segersche Brennkegel 36 (Rakonitzer Thonschiefer) völlig niedergeschmolzen werden kann, ohne daß die Tiegel schmelzen. Die Tiegel werden, wie auch die zum Vergleich einzusetzenden Segerschen Schmelzkegel von dem chemischen Laboratorium für Thonindustrie, Professor Dr. H. Seger und E. Cramer zu Berlin NW., Kruppstraße Nr. 6, bezogen.

Handelt es sich um die Prüfung von Steinen, so werden von denselben feine pyramidenförmige Splitter von etwa 2 cm Länge abgeschlagen. Handelt es sich dagegen um Prüfung feuerfester Thone oder von Chamottemörteln, so werden aus den Proben kleine dreiseitige Pyramiden von etwa 2 cm Grundkante und 2 cm Höhe geformt, wozu ein einfaches gekröpftes Blech, welches in Fig. 6 dargestellt ist, benutzt wird. Sind die Proben nicht frei von organischer Substanz, so müssen sie längere Zeit schwach geglüht werden, damit alle Kohle ausbrennt. Alle Thone, deren Schmelzpunkt unterhalb des Segerschen Brennkegels 26 liegt, werden als nicht zur Gruppe der feuerfesten Thone zählend bezeichnet.

Fig. 6.

Die Tiegel haben eine Höhe von 50 mm, einen äußeren Durchmesser von 45 mm und 5 mm Wandstärke. Dieselben Abmessungen besitzt ein massiver Untersatz und dieselbe Wandstärke der Tiegeldeckel. In den Tiegel wird eine etwa 7 mm hohe Schicht eines fein gesiebten Gemisches von Zettlitzer Kaolin und Aluminiumoxyd fest eingedrückt. In diese Schicht setzt man die Versuchspyramiden und die Segerschen Kegel abwechselnd im Kreise und in aufsteigender Reihenfolge, beginnend mit Kegel 26, gruppenweise ein und drückt sie fest. Jeder Tiegel wird in dieser Weise mit 5—6 Schmelzkörperchen beschickt.

Nachdem der Ofen mit dem Blasebalg verbunden und der aufgebogene Rand des Dreifußtellers dicht verschmiert ist, bringt man mit einer eisernen Zange zunächst den Tiegeluntersatz auf das große Loch der Bodenplatte, setzt sodann den zugedeckten Tiegel auf den Untersatz und beschickt den Ofen mit etwa 30 g zusammengeballten Papieres. Während man dieses Papier entzündet, wird der Blasebalg langsam getreten und werden 200 g haselnußgroße Holzkohlenstücke aufgeschüttet. Hat die Holzkohle Feuer gefangen, so wird eine abgewogene Menge zerkleinerten Retortengraphits, der sich wegen des geringen Aschengehaltes und der großen Dichtigkeit am besten hierzu eignet, in den Brennraum gegeben. Etwa 300 haselnußgroße Stückchen des Retortengraphits wiegen 1 kg. Der Blasebalg wird jetzt so lange in schneller Folge getreten, bis der Tiegel wieder deutlich sichtbar ist. Nach dem Erkalten wird der Tiegel mit der Zange herausgenommen, vorsichtig aufgeschlagen und der Inhalt besichtigt. Die Schmelzproben werden mit einander verglichen und beschrieben, während die Schmelzkegel angeben, bis zu welchen Wärmegraden die Proben erhitzt wurden. Auf das Verhalten der Thone bei niederen Wärmegraden unterhalb des Schmelzpunktes wird nicht näher eingegangen, da die Ofen-Atmosphäre, je nachdem sie oxydirend oder reduzirend ist, einen großen Einfluß auf das Aussehen der Thone ausübt und die Beurtheilung der Schmelzerscheinungen von dem subjektiven Empfinden des Versuchsausführenden abhängt. —

Damit wäre die Reihe derjenigen Prüfungsverfahren erschöpft, welche die Grundlage für die Prüfung der künstlichen Bausteine bilden. Selbstverständlich ist dadurch nicht ausgeschlossen, daß für besondere Zwecke, besondere von dem Antragsteller zu bestimmende Prüfungen ausgeführt werden, für die es in jedem einzelnen Falle einer Vereinbarung mit der Versuchsanstalt bedarf.

An dem Ausbau der Prüfungsverfahren wird fortgesetzt gearbeitet. Große Versuchsreihen im wissenschaftlichen Interesse sind im Gange, welche Aufschluß über das eigenartige Verhalten gewisser Steine im Froste, auf den Einfluß des Trocknens der gefrorenen wassersatten Steine, auf die Beziehungen zwischen den Druckfestigkeiten ganzer $^4/_4$ Steine und in Hälften über einander gemauerter $^4/_4$ Steine und über anderes mehr zu geben geeignet erscheinen. Ueber die Ergebnisse aller dieser Versuche müssen besondere Veröffentlichungen vorbehalten bleiben.

6. Die Verseifbarkeit und die Verseifungszahl flüssiger Fette.

Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde.

Vor einiger Zeit hat Henriques[1]) ein neues recht einfaches Verfahren zur Verseifung und Bestimmung der Verseifungszahl von Fetten und Oelen beschrieben. Die Verseifung geschieht bei diesem Verfahren, welches selbstredend nur Laboratoriumszwecken dient, im Gegensatz zu der bislang unter Kochen ausgeführten Verseifung bei Zimmerwärme, indem man alkoholische n/1 Natronlauge auf das in Petroläther gelöste Oel einwirken läßt. Verfasser hatte bei den amtlichen Prüfungen flüssiger Fette in der Versuchsanstalt wiederholt Gelegenheit, die kalte Verseifungsmethode zu erproben und konnte deren Brauchbarkeit für eine Reihe von Fettuntersuchungen vollkommen bestätigen. Eine Verdrängung der bisherigen warmen Verseifung, welche mit einfachen Mitteln in 1/4 Stunde im mit Trichter bedeckten Erlenmeyerkolben durchzuführen ist, durch das neue Verfahren ist vor der Hand allerdings nicht anzunehmen, da die kalte Verseifung vielstündiges Einwirken der Lauge und Petrolätherzusatz erfordert, und schließlich auch die Macht der Gewohnheit bei der Bevorzugung des einen oder anderen Verfahrens in Betracht zu ziehen ist. Während also über diese Frage das Belieben des Einzelnen entscheiden wird, verdienen eine ernstlichere Erwägung die mehrfachen Bedenken, welche Henriques gegenüber dem bisherigen Köttsdorferschen Verseifungsverfahren äußert und das letztere auch bei den als leicht verseifbar geltenden Oelen als unzuverlässig gegenüber der kalten Verseifung erscheinen lassen.

Nach dem Vorschlage von Köttsdorfer verseift man unter Berücksichtigung der geringen Modifikationen von Benedikt 1—2 g Fett mit n/2 alkoholischer Lauge, indem man Oel und Lauge 1/4 Stunde auf dem Wasserbade im mit Trichter bedeckten Erlenmeyerkolben kocht. Nach späteren zum Theil auch von Benedikt gemachten Vorschlägen soll bei schwer verseifbaren Fetten (welche Fette dies sind, ist nicht immer angegeben) 1/2 Stunde gekocht werden. Der nach dem Verseifen verbleibende Ueberschuß an Kali- bezw. Natriumhydrat wird mit n/2 Salzsäure zurücktitrit. Wegen der Veränderlichkeit des Titers der alkoholischen Lauge ist eine Titerstellung der Lauge für jeden Versuch nach 1/4 bezw. 1/2 stündigem blinden Kochen vorgeschrieben. Dieser blinde Versuch dürfte allerdings auch schon wegen der Einwirkung des Alkalis auf das Glas des Kochkolbens[2]) sowie in Rücksicht auf etwaige Einwirkungen des Alkalis auf den Alkohol und in Rücksicht auf die Wärmeschwankungen in der alkoholischen Lauge vor den Versuchen erwünscht sein.

Henriques äußert nun folgende Bedenken gegen das Köttsdorfersche Verfahren:

1. 1/4 stündiges, ja selbst 1/2 stündiges Kochen auf dem Wasserbade reicht auch bei den als leicht verseifbar geltenden Oelen zur vollständigen Verseifung nicht aus. Wenigstens müsse eine Stunde auf dem Wasserbade, bei Ricinusöl aber eine Stunde über freiem Feuer auf dem Drahtnetze gekocht werden, um vollständige Verseifung zu erzielen. Die bisherigen Verseifungszahlen für Ricinusöl 176—183 seien wegen Unterlassung dieser Vorsichtsmaßregeln zu niedrig gefunden worden.
2. Beim Kochen der alkoholischen Lauge in einem nicht mit Kühler versehenen, sondern nur mit einem Trichter bedeckten Kolben findet durch das starke Ver-

[1]) „Zeitschr. für angew. Chem." 1895 Heft 24.

[2]) Hefelmann und Mann, Pharm. Centralhalle 1895; durch Seifenfabrikant 1895, 15, Nr. 21 S. 393.

dampfen von Alkohol unzulässige Konzentration der n/2 Lauge und Einwirkung des Kalis auf Alkohol statt. Zum Beweise hierfür zeigt Henriques, daß sich der Titer von konzentrirter Lauge (n/1) nach einstündigem Kochen am Kühler merklich ändert, nach 1/4 stündigem Kochen ist allerdings die Titeränderung nur minimal (d. h. entsprechend 0,1 ccm n/2 Salzsäure).

Dieser Einwand, ebenso wie der geführte Beweis, sind von vornherein deshalb nicht stichhaltig, weil doch die Köttsdorfer-Benediktsche Vorschrift die Ausführung eines blinden Versuchs vorschreibt, durch welchen etwaige Einwirkungen der Lauge auf den Alkohol bei Bestimmung der Verseifungszahl berücksichtigt werden. Nichtsdestoweniger habe ich auch dieses Bedenken von Henriques ebenso wie das ersterwähnte einer experimentellen Prüfung unterzogen, deren Ergebnisse sich in nachstehender Tabelle finden.

3. Ein weiteres Bedenken von Henriques betrifft die Möglichkeit, daß beim warmen Verseifen, wie die tiefe Färbung der Seifenlösungen mancher Oele zeigt, tiefergehende Spaltungen der Fette als bloße Verseifung der Säureester herbeigeführt werden. Daher sollen, wie auch mehrere Versuche von Henriques zeigen, die Zahlen der kalten Verseifung bei je gleichen Oelproben besser übereinstimmen als bei der bisherigen warmen Verseifung.

Um sämmtliche Einwürfe von Henriques gegen die bisherige Verseifungsweise nach Köttsdorfer für handelsübliche vegetabilische und animalische Oele zu prüfen, führte ich an mehreren als schwer verseifbar geltenden Oelen, nämlich Leberthran, Fischthran und Ricinusöl zahlreiche an verschiedenen Tagen wiederholte Bestimmungen der Verseifungszahl unter allen in Frage kommenden Bedingungen aus. So war es möglich, eine genauere Kenntniß der Fehler der Methode zu erlangen und alle das Endurtheil beeinflussenden Zufälligkeiten auszuscheiden. Die warme Verseifung wurde demnach unter 1/4 stündigem und einstündigem Kochen auf dem Wasserbad, theils mit, theils ohne Kondensation des Alkohols im Dephlegmator, sowie die kalte Verseifung nach dem Verfahren von Henriques ausgeführt.

Ueber die Ausführung der Versuche ꝛc. ist Folgendes zu sagen: Die gewählten Thrane gaben, wie dies gewöhnlich bei derartigen Oelen der Fall ist, braune bis tiefschmutzig rothbraune Seifenlösungen; die Färbung war bei den warm verseiften Oelen stets stärker wie bei den kalt verseiften Proben. Da das Titriren mit Phenolphtaleïn-Indikator bei der sehr tiefgefärbten Lösung des Fischthrans Schwierigkeiten machte, wurden diese Versuche nur unter Benutzung von Alkaliblau-Indikator ausgeführt, wobei sich indessen nur das als Alkaliblau 6b von Meister, Lucius und Brüning in Höchst a/M. bezogene durch einen sicheren Farbenumschlag auszeichnet. Bei den ohne weitere Bezeichnung gelieferten Alkaliblauproben waren die Uebergänge (durch Säure blaugrün bis blau, durch Alkalien roth) nicht genügend scharf, weshalb die mit diesem Indikator bei Thran 2 (Fischthran) erhaltenen Zahlen auch nicht genügende Sicherheit darbieten. Es empfiehlt sich bei Titrirungen mit Alkaliblau 6b für die Seifenlösungen 3 ccm, für die bloßen Titerflüssigkeiten 2 ccm einer etwa zweiprozentigen kalt gesättigten alkoholischen Indikatorlösung anzuwenden und die zu titrirenden Flüssigkeiten mit 50 ccm neutralisirtem Alkohol zu verdünnen. Bei kalt verseiften Proben wie sonstigen hellen Lösungen, wurde meist mit Phenolphtaleïn gearbeitet. Wendet man letzteres, wie es Henriques thut, in einprozentiger Lösung, bezw. in großem Ueberschusse bei geringerer Konzentration, an, so lassen sich auch ziemlich dunkel gefärbte Lösungen bei einiger

Uebersicht über die unter verschie

NB. Die bei Thran 2 mit „Alkaliblau ohne Bezeichnung" erhaltenen unsicheren Zahlen sind mit die unter Hinzuziehung der unsicheren Werthe gebildeten Mittelwer

	Ricinusöl														T				
	warm verseift										kalt verseift								
	¼ Stunde (Alkaliblau 6b oder Phenolphtalein)				1 Stunde										¼ Stunde (Alkaliblau 6b)				1
	nach Benedikt mit Trichterbedeckung		am Dephlegmator		nach Benedikt mit Trichterbedeckung Alkaliblau 6b		am Dephlegmator				Phenolphtalein		Alkaliblau 6b		nach Benedikt mit Trichterbedeckung		am Dephlegmator		Be Tr be Alk
	Datum	V	Datum	V	Datum	V	Phenolphtalein Datum	V	Alkaliblau 6b Datum	V	Datum	V	Datum	V	Datum	V	Datum	V	Datum
															12./2.	185,9	12./2.	(182,8)	
	12./2.	180,7	12./2.	180,2	20./2.	179,6 179,1	23./1.	180,6 180,9	10./2.	180,8 180,8	20./1.	179,6 180,0[1])	10./2.	179,9 179,5[2])	13./2.	186,2 186,6	17./2.	(183,5) (183,5)	20./2.
	20./2.	(182,8) (183,8)	28./2.	179,1	29./2.	179,1 Phenolphtalein	29./2.	179,6			29./2.	179,9[3])			28./2.	184,7	28./2.	185,3	28./2.
	28./2.	178,8																	
	4./3.	178,9 179,1																	
Mittelwerthe für jede Versuchsart		179,4 (180,7)		180		179,3		180,4		180,8		179,8		179,7		185,9		185,3 (183,8)	

[1]), [2]) und [3]) sind ohne Petroläther zusatz bestimmt worden.

Uebung ganz gut titriren[1]), wenn man die Farbe der beim Umschwenken des Kolbens von den Wänden herunterlaufenden Lösung beobachtet.

Um bei der warmen Verseifung fortgesetztes mäßig lebhaftes Kochen zu erzielen, wurden in jeden zum Versuch benutzten Kolben 1—2 Stücke Kapillarrohr geworfen. Hierbei ist das von Benedikt empfohlene zur Vermeidung von Siedeverzug erforderliche häufige Umschwenken der Proben fast ganz unnöthig. Zu den Erlenmeyerkolben wurde, in Verfolg

[1]) Daß übrigens das Titriren dunkler Seifenlösungen mit Benutzung von Phenolphtalein-Indikator auch an vielen anderen Stellen als großer Uebelstand angesehen wird, beweisen die Vorschläge von G. De Negri und G. Fabris, welche Alkaliblau empfehlen, ferner von Parker C. Mc Ilhiney, sowie Erfahrungen mit Thranen, über welche mir Dr. Maschke, Direktor des Laboratoriums des Vereins deutscher Gerber, persönlich Mittheilung machte.

dingungen ermittelten Verseifungszahlen.

mmern, die übrigen fehlerhaft erscheinenden Zahlen mit runden Klammern versehen, dementsprechend sind auch hiedene Versuchsarten mit eckigen bezw. runden Klammern versehen.

thran Bergen)							**Thran 2** (Fischthran)													
ift			kalt verseift				warm verseift										kalt verseift			
1 Stunde			Alkaliblau ohne Bezeichnung		Alkaliblau 6b		¼ Stunde (Alkaliblau 6b)				1 Stunde						Alkaliblau ohne Bezeichnung		Alkaliblau 6b	
am Dephlegmator							nach Benedikt mit Trichterbedeckung		am Dephlegmator		nach Benedikt mit Trichterbewegung		am Dephlegmator							
Alkaliblau ohne Bezeichnung		Alkaliblau 6b											Alkaliblau ohne Bezeichnung		Alkaliblau 6b					
V	Datum	V	Datum	V	Datum	V	Datum	V	Datum	V	Datum	V	Datum	V	Datum	V	Datum	V	Datum	V
	6./2.	184,7															20./1.	191,4 190,9	3./2.	189,9 189,4
85,2 85,6		186,0 186,2	20./1.	184,3 184,4	7./2.	185,0 (183,2)	13./2.	189,7 190,5	7./2.	189,1 192,1	14./2.	191,8 192,3	25./1.	[193,7] [193,9][4]	6./2.	189,0 192,0	28./1.	191,1 190,1	4./2.	190,9 190,9
	29./2.	185,3 Phenolphtalein, 1 proz.	29./2.	185,2 185,6 Phenolphtalein, 1 proz.	10./3.	184,5 185,3	14./2.	192,0 192,0			3./3.	190,4	31./1.	[193,9]	7./2.	191,7 192,1	31./1.	191,8 [193,2]	14./2.	(192,8) (194,0)
					10./3.	184,3 Phenolphtalein, 1 proz.	3./3.	190,7							3./3.	189,2		[193,5] [194,8]	17./2.	191,6 191,9
																			3./3.	191,6 Phenolphtalein, 1 proz.
85,4		185,6		184,9		184,8 (184,4)		191,0		190,6		191,5		[193,8]		190,8		191,1 [192,1]		190,9 (191,4)

[4]) 1½ Stunde gekocht.

der Anregungen von Hefelmann und Mann, das angeblich gegen Alkalien sehr widerstandsfähige Gerätheglas von Schott und Gen. in Jena benutzt, doch war eine bestimmte Marke 100, wie sie jene Autoren vorschlagen, nicht erhältlich. Es mag nicht unerwähnt bleiben, daß einzelne Kolben nach häufiger Benutzung mit den alkoholischen Laugen doch recht angegriffen erschienen.

Bei der kalten Verseifung von Ricinusöl habe ich den Petroläther zusatz einige Male fortgelassen, weil sich dieses Oel bereits im Alkohol der Lauge vollkommen löst und auch hierbei stets vollkommene Verseifung erzielt wurde. Anscheinend ist diese recht naheliegende Beobachtung in der Literatur bisher nicht verzeichnet gewesen und die Verseifung des Oeles wohl immer nur unter Kochen vorgenommen worden. Nach diesem beim alkohollöslichen Ricinusöl erzielten Ergebniß kann man die Ursache der bequemen kalten Verseifung nach

Henriques ohne weiteres darin erblicken, daß die beiden aufeinander wirkenden Körper (Oel und alkoholische Lauge) in homogenflüssiger Substanz nach dem Prinzip — corpora non agunt nisi fluida — auf einander reagiren. Die gleichen Verhältnisse wie hier haben wir bei dem Kossel-Obermüllerschen Alkoholatverfahren, wo das Natriumalkoholat das in Aether gelöste Oel bei Zimmerwärme in kürzester Zeit verseift.

Versuchsergebnisse.

Ueberblickt man die in der Tabelle zusammengestellten Einzelwerthe der Verseifungszahlen und die für jede Versuchsart ermittelten Durchschnittszahlen, so lassen sich folgende Sätze aufstellen:

1. Die nach einer beliebigen Versuchsart — sei es ¼ oder einstündige Verseifung, mit oder ohne Dephlegmator, oder kalte Verseifung — an je einem Tage ausgeführten Doppelversuche zeigen bei gleichen Oelen, abgesehen von ganz vereinzelten Ausnahmen, Uebereinstimmung bis auf einige Zehnteleinheiten der Verseifungszahl. Bei 35 Doppelbestimmungen (also 70 Einzelversuchen) betrugen die Differenzen der Verseifungszahlen bei gleichartig ausgeführten Versuchen nur in fünf Fällen mehr als eine Einheit, im Maximum drei Einheiten = 1,5 % der Verseifungszahl.
2. Die zu verschiedenen Zeiten z. B. nach mehrwöchentlichen Zwischenräumen, festgestellten Zahlen zeigen, von ganz vereinzelten (vier) Abweichungen (bis 2,8 %) unter zahlreichen (70) Versuchen abgesehen, als höchste Abweichung unter einander bei Ricinusöl und Leberthran 1 %, bei Fischthran (dunkle Seifenlösung) 1,5 %[1]).
3. Die Mittelwerthe für jede Versuchsart — d. h. ¼ stündiges Kochen mit Trichter oder Dephlegmator, einstündiges Kochen unter gleichen Verhältnissen oder kalte Verseifung — stimmen so vorzüglich untereinander überein, daß die Bedenken von Henriques gegen die übliche warme Verseifungsart für die vorliegenden sogar als schwer verseifbar geltenden Oele keineswegs zutreffen.

Auch die Verseifungszahl von Ricinusöl wurde bei jeder Verseifungsart gleich hoch — entsprechend den früheren für dieses Oel in der Literatur angegebenen Werthen — gefunden.

Es liegt daher kein Grund vor, von der bisherigen Verseifungsmethode flüssiger Fette — Versuche mit Wachs und Wollfett sollen später ausgeführt werden — wegen der von Henriques geäußerten Bedenken abzugehen, wo es sich um schnelle Ausführung einer Bestimmung der Verseifungszahl handelt. Dagegen hat sich das kalte Verseifungsverfahren des letztgenannten Autors, wie ebenfalls aus vorstehenden Versuchen hervorgeht, als eine sehr zuverlässige und nützliche Bereicherung der Analyse flüssiger Fette erwiesen[2]).

[1]) Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß die etwas größeren Differenzen der an verschiedenen Tagen ermittelten Verseifungszahlen auf einen etwas schwankenden Gehalt der verwendeten Natronlauge an Kohlensäure zurückzuführen sind. Um auch dieser Fehlerquelle zu begegnen, werden die folgenden Titrirungen der Seifenlösung mit Salzsäure immer unter Erwärmung der Lösung nach stattgehabtem Farbenwechsel erfolgen. Auf etwaige in den Oelen vor sich gehende Aenderungen, welche die fraglichen Unterschiede veranlassen könnten, mag hier nur hingedeutet werden.

[2]) Nach einer soeben erschienenen Veröffentlichung von Cochenhausen giebt die kalte Verseifung für gewisse Wachs- und Wollfettarten erheblich niedrigere Zahlen als die warme Verseifung. (Dingl. polyt. Journ. 1896, 11 S. 258.)

7. Kleine Mittheilungen.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

1. Papierprüfung in Frankreich. Auch in Frankreich ist im verflossenen Jahre die Papierprüfungsfrage in Fluß gekommen.

Der im Anfang des Jahres 1894 seitens eines hervorragenden französischen Papierfabrikanten gemachte Vorschlag, in Frankreich eine amtliche Papierprüfungsanstalt zu errichten, ist von der Regierung abgelehnt worden.

Der ablehnende Bescheid veranlaßte die Pariser Handelskammer, ihrerseits die Sache in die Hand zu nehmen, und sie theilte dem Verein französischer Papierfabrikanten mit, daß sie beabsichtige, ihrem für andere Industrieen bereits bestehenden Versuchslaboratorium eine weitere Abtheilung für die Papierindustrie hinzuzufügen. Um dies in zweckentsprechender Weise ausführen und alle auf diesem Gebiete vorliegenden Erfahrungen benutzen zu können, wurde der Direktor der Seiden-Conditioniranstalt in Paris, Prof. Dr. Persoz, von der Handelskammer nach Deutschland geschickt, wo er sich in der Versuchsanstalt in Charlottenburg sowohl mit den Verwaltungs- als auch mit den versuchstechnischen Fragen der Papierprüfung gründlich vertraut machte. Es wurde daraufhin mit der Conditioniranstalt eine Abtheilung für Papierprüfung verbunden, welche dem erwähnten Prof. Persoz unterstellt ist.

Ueber die Nothwendigkeit der Schaffung einer solchen Anstalt sowie über die ganzen hier in Frage kommenden Verhältnisse hat M. Choquet einen Vortrag: Ueber das Untersuchungslaboratorium der Pariser Handelskammer gehalten, welcher in dem Moniteur de la Papéterie française 1895 Nr. 17 zum Abdruck gebracht ist. Der Vortragende ging zunächst auf die Organisation der Pariser Handelskammer kurz ein; sie zählt 36 Mitglieder einschließlich des Präsidenten, der beiden Vize-Präsidenten, eines Schatzmeisters und zweier Sekretäre. Sie ist eingetheilt in 12 Kommissionen, denen verschiedene Arbeitsgebiete überwiesen sind. Der Kommission 6 ist das Leinen- und Seiden-Conditionirungswesen und nunmehr auch die Papierprüfung zugetheilt. Der Vortragende ging dann zu der geschichtlichen Entwickelung der Papierprüfungsfrage insbesondere in Deutschland über, schilderte kurz die bei der Prüfung in Anwendung kommenden Verfahren, welche mit denen der Versuchsanstalt in jedem Punkte übereinstimmen.

Im November v. J. beschloß eine Versammlung der Vertreter der Fachvereine der französischen Papierindustrie, die zuständigen Behörden zu ersuchen, im Verein mit Vertretern der Industrie und des Handels Lieferungsbedingungen aufzustellen, welche für die Behördenlieferungen maßgebend sein sollten; es wurde die Aufstellung von Normalien, wie sie in Preußen bestehen, ins Auge gefaßt.

2. Japanisches Papier. Ueber die im Jahre 1895 in Kioto abgehaltene Ausstellung für Ackerbau, Handel, Kunst und Industrie hat der französische Generalkonsul in Jokohama einen Bericht an seine Regierung geschickt, welcher sich auch mit der japanischen Papierindustrie befaßt. Der „Moniteur de la Papéterie française“ bringt einen Auszug aus diesem Bericht, welcher werthvolle Einzelheiten enthält und daher kurz wiedergegeben werden soll; die Angaben bilden zum Theil eine willkommene Ergänzung der im Ergänzungsheft IV der „Mittheilungen“ 1888 veröffentlichten Arbeit über „Japanische Papiere“.

Das hauptsächlichste Rohmaterial für die japanischen Papiere liefern bekanntlich die Mitsumata-, Kodzu- und Gampipflanzen[1]).

Die Mitsumata findet sich vorzugsweise in den Provinzen Rhai und Suruza; sie vermehrt sich durch Wurzelschößlinge und durch Samen. Die Schößlinge werden im Frühling zur Blüthezeit geerntet; die Pflanze ist auf gutem Boden im 2. Jahr, auf ärmerem Boden im 4. Jahr ertragfähig. Der Verbrauch an Mitsumatabast hat sich bedeutend vermehrt, seitdem die Kaiserliche Druckerei in Kioto Papier verwendet, welches aus diesem Bast hergestellt ist.

[1]) Nach Mittheilung des Generalkonsuls wird auch aus der Rinde der Bambuspflanze Papier hergestellt, aber nur in geringen Mengen.

Kodzu wächst überall, besonders aber in den Provinzen Tosa und Iyo; die Fortpflanzung erfolgt durch Samen, Ableger oder Wurzelschößlinge; die Ernte beginnt mit dem 3. Jahre. Ueber den Gampistrauch sind Angaben hinsichtlich der Verbreitung nicht gemacht; vom 3. Jahr ab wird die Rinde geerntet.

Die Rinde wird in einem Kessel mit Buchweizenasche gekocht, bis sie zu Brei geworden ist; darauf wird ausgewaschen, geschöpft, gepreßt und getrocknet.

Nach seiner Art, Herstellungsweise, Herkunft ꝛc. führt das Papier in Japan die verschiedensten Benennungen. Außer für die auch bei uns für Papier üblichen Verwendungszwecke wird es in Japan für viele andere Zwecke, z. B. anstatt des Fensterglases und zu spanischen Wänden benutzt. Im letzteren Falle wird das sehr dicke Papier auf Holzrahmen geleimt, welche in Fugen bis in die Mitte der Zimmer gleiten können.

Mit Oel getränkt wird es wasserdicht und dient dann als Packpapier oder zur Herstellung von Mänteln, Kappen, Blasen ꝛc. Fast alle im gewöhnlichen Gebrauch benutzten Bindfäden sind aus Papier hergestellt. Eine Art Karton, Ikkambari genannt, dient zur Herstellung zahlreicher leichter und doch fester Gebrauchsgegenstände; daß das Papier dem Japaner zur Herstellung von Taschentüchern dient, ist eine bekannte Thatsache.

Zur Herstellung von Papiertapeten benutzt man eine Mischung aus starkem Leim und gepulverten Muscheln oder noch besser, wenn es sich darum handelt der Tapete einen Silberglanz zu verleihen, gepulverten Glimmer, den man auf das mit Leim bestrichene Papierblatt streut. Man bedient sich dieser Tapeten nicht nur in japanischen, sondern auch in europäischen Haushaltungen Japans. Das überaus feste und schwer zerreißbare Papier, welches zur Herstellung der Banknoten benutzt wird, ist unter dem Namen Yedogawashi bekannt.

Da sich das Bedürfniß nach europäischem Papier mehr und mehr fühlbar gemacht hat, so sind Fabriken entstanden, die sehr gutes Papier herstellen; trotzdem wird noch viel Papier eingeführt, so im Jahre 1894 für 680000 Piaster, hieran war Deutschland mit 335000, England mit 270000 und Frankreich nur mit 4500 Piaster betheiligt.

3. Holzschliffknötchen. Eine Holzschleiferei schickte der Versuchsanstalt eine Probe Papier ein, welche eine große Anzahl von kleinen, klumpigen Einlagerungen zeigte. Das Papier war in einer Papierfabrik unter Verwendung des Holzschliffes jener Schleiferei hergestellt worden, und der Papierfabrikant behauptete, die Einlagerungen seien Holzschliffknötchen, die infolge mangelhaften Feinmahlens oder fehlerhafter Sortirung entstanden seien; die Knötchen zeigten sich nicht immer bei Verarbeitung des Holzschliffes, sondern nur von Zeit zu Zeit.

In der Holzschleiferei selbst konnten diese Knötchen in dem stark verdünnten Stoffe nach Angabe des Holzschleifers niemals beobachtet werden.

Die Holzschleiferei beantragte daher die mikroskopische Untersuchung jener Knötchen, um zu ermitteln ob es etwa Holzfaserbündel, Verunreinigungen, Stücke von angestocktem Holz u. a. seien.

Nach dem Erweichen des Papiers in verdünnter Natronlauge ließen sich die Knötchen mit Leichtigkeit aus dem Papier herausheben; unter dem Mikroskop zeigten sie sich als ein dichtes, engverschlungenes Gewirr von feinsten Holzschlifffäserchen; gröbere Fasern oder Holzstückchen waren in keinem der untersuchten Knötchen vorhanden. Die Knoten waren also durch innige Verschlingung feinster Holzschlifffasern entstanden. Ob dies bereits in der Holzschleiferei oder erst in der Papierfabrik geschah, kann natürlich an dem fertigen Papier nicht mehr beurtheilt werden.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XIV. Jahrgang. **1896.** Zweites Heft.

1. Untersuchung über den Einfluß des Hitzegrades beim Auswalzen auf die Festigkeitseigenschaften und das mikroskopische Gefüge von Flußeisenschienen.

Vom Direktor, Professor A. Martens.

Im Auftrage der Königlichen Eisenbahndirektion Köln (linksrheinisch) hat die Versuchsanstalt im Jahre 1895 eine Untersuchung über den Einfluß des Auswalzens von Schienen bei verschiedenen Hitzegraden vorgenommen. Das hierüber ausgestellte Gutachten wird nachstehend mit Genehmigung der Antragstellerin veröffentlicht. Das Material ist basisches Flußeisen, in der Birne erblasen.

Das Probenmaterial und Versuchsausführung.

Für die mikroskopische Untersuchung wurde von jedem Schienenstück ein Profilstück von etwa 8—10 mm Dicke abgeschnitten. Eine Schnittfläche wurde geebnet, geschlichtet, mit feinstem Schmirgelpapier abgezogen und dann auf einer ebenen, auf fester Unterlage befestigten Scheibe von feinem, weichem Gummi mit sorgfältig geschlämmtem Polirroth polirt, bis alle Striche verschwanden. Die polirten Stücke wurden mit einer feinen Reißnadel angerissen, um bestimmt begrenzte Felder zur besseren Bezeichnung der einzelnen Flächentheile zu erhalten. Diese wurden in der in Fig. 1 angegebenen Weise durch Buchstaben benannt.

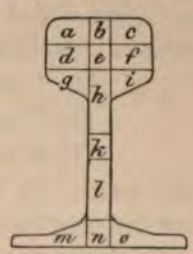


Fig. 1.

Im Ganzen wurden 12 Profilabschnitte, gezeichnet von 1—12, auf diese Weise zubereitet, und zwar je einer von

Gruppe I: In gewöhnlicher Weise gewalzt.

Gruppe II: Vor den beiden letzten Stichen abgekühlt, bis die Fußränder dunkelroth, der Kopf hellroth war.

Gruppe III: Vor den beiden letzten Stichen abgekühlt, bis die Fußränder kaum noch dunkelroth und der Kopf beginnend dunkelroth war.

Diese Stücke 1—12 wurden zunächst makroskopisch und dann mikroskopisch im polirten Zustande untersucht, und hierauf wurden, um einen Ueberblick über das Gefüge zu geben, von den Schienen 1, 5 und 9 mikrophotographische Aufnahmen in 28facher linearer Vergrößerung bei senkrecht einfallendem und ebenso zurückgeworfenem Licht angefertigt. Um unmittelbaren Vergleich zu ermöglichen, sind diese Aufnahmen bei allen drei Schienen an den gleichen Stellen,

nämlich an der linken Kante des Kopfes (Mitte Kante von d), in der Schienenkopfmitte (Mitte von e), in der Schienenstegmitte (Mitte von k) und in der oberen äußersten Ecke des Fußes (Fußecke von m) gemacht worden. Diese Aufnahmen finden sich auf Taf. IV.

Um einen weiteren Einblick in die Gefügeverhältnisse zu gewinnen, wurden die Schienenprofile nach sorgfältiger Entfettung und nachdem man sie kurz vor dem Eintauchen nochmals mit Polirroth auf feuchter Leinenunterlage anpolirte, mit verdünnter Salpetersäure geätzt. Hierbei wurden die Schienenstücke, deren Flächen, nach dem Poliren auf feuchter Unterlage sofort in Wasser gebracht, das Wasser gut annahmen, zunächst unter Wasser abgepinselt und mit Leinwand abgerieben, um das Polirroth zu entfernen. Nach völliger Reinigung kamen sie in das Aetzbad, dem, nach einer Andeutung von Osmond, ein Auszug von Süßholz zugesetzt war. (Osmond hat inzwischen sein Verfahren ausführlicher veröffentlicht, es kam aber zu spät vollständig zu meiner Kenntniß, so daß ich die Erfahrungen Osmonds für diese Untersuchung nicht mehr ausnutzen konnte.) Von den geätzten Schienen Nr. 1, 5 und 9 wurden zunächst ebenfalls im Maßstabe von 28 : 1 möglichst in der Nähe der zuerst abgebildeten Stellen mikrophotographische Aufnahmen gemacht, siehe Taf. IV.

Um nun planimetrische Ausmessungen der Korngrößen beziehentlich der Flächenantheile der Hauptgefügebildner machen zu können, sind dann von allen Schienen zunächst von Kopf- (Mitte e), Stegmitte (Mitte k) und Fußecke (Ecke m) Mikrophotographien im Maßstabe 200/1 angefertigt, die, so weit es möglich war, planimetrirt wurden.

Da sich aber hierbei die weiter unten zu besprechenden Schwierigkeiten ergaben, so wurden die Schienenstücke schließlich noch einmal, wie zuerst angegeben, polirt, bis alle Flecke von der ersten Behandlung und möglichst auch die Spuren der Rostflecke, die inzwischen entstanden waren, verschwanden. Einige Schienen sind sogar zum dritten Mal trocken auf weicher Leinwand polirt worden.

Versuchsergebnisse.

Auf Taf. 1 sind die mikrophotographischen Abbildungen von den auf weicher Unterlage (Gummi) in Relief polirten Schienen Nr. 1, 5 und 9 gegeben, von denen

Nr. 1 aus Gruppe I (in gewöhnlicher Weise gewalzt),
Nr. 5 aus Gruppe II (etwas kälter gewalzt),
Nr. 9 aus Gruppe III (noch kälter gewalzt)

entstammen. In den einzelnen Reihen sind von diesen Schienen nach einander die Abbildungen aus den Profiltheilen d, e, k und m angeordnet.

Durch die Politur in Relief treten besonders zwei Gefügeelemente von etwas verschiedener Härte hervor, von denen das härtere dem Polirroth größeren Widerstand entgegensetzt, während das weichere fortgenommen wird. Die beiden Theile liegen scharf begrenzt neben beziehungsweise in einander eingebettet, wie dies ganz besonders aus den auf Taf. VI dargestellten Aufnahmen der polirten Flächen in 200facher linearer Vergrößerung[1]) (V = 200) hervorgeht. Neben diesen beiden Theilen finden sich mehr oder weniger zahlreiche schwarze Flecke in den Bildern. Das Relief kann man in den Mikrophotogrammen nach Belieben durch geeignete Abänderung in der Art der Beleuchtung und der Einstellung des Mikroskopes auf das Objekt mehr oder weniger scharf hervortreten lassen; Taf. VI zeigt das sehr deutlich, und man wird

[1]) Die Angaben über die Vergrößerung beziehen sich stets auf die photographische Aufnahme; auf den Tafeln sind die Figuren etwas verkleinert wiedergegeben.

es nach Betrachtung dieser Figuren auch auf Taf. IV und den übrigen Blättern erkennen. Taf. IV zeigt es namentlich in den Randtheilen der Abbildungen (Negative Nr. 752, 746, 758). In vollkommen senkrechter Beleuchtung (Einfall des Lichtes senkrecht zur Objektfläche und Rückstrahlung in der gleichen Richtung) erscheinen die Flächen der beiden erstgenannten Bestandtheile dunkel neben hell, so daß eine helle Aderung oder Sprenkelung auf dunklem Felde hervortritt (linke Seite von Neg. Nr. 747 und 748). Wenn man die Bilder mit dem Vergrößerungsglase betrachtet, werden sie übrigens auch an dieser Stelle in Relief erscheinen. Die Entscheidung, was hoch und was tief liegt, d. h. die Feststellung, welcher von beiden Gefügetheilen härter ist, macht Anfangs einige Schwierigkeiten, weil das Mikroskop nicht nur bildumkehrend in Bezug auf die Zeichnung wirkt, sondern auch wegen dieser Umkehrung hoch und niedrig zu verkehren scheint. Die schwarzen Flecke sind aber Vertiefungen, wovon man sich durch Ausmessung bei sehr starker Vergrößerung leicht überzeugen kann. Solche Messungen sind z. B. an den Objekten Fig. 2 und 3, Taf. IV ausgeführt, die in V = 1020 dunkle Flecke von mehr oder weniger quadratischer Form darstellen, wie sie in den Schliffflächen der Schienen in großer Zahl gefunden werden. Diese Messungen wurden ausgeführt, indem man wiederholt die in den Fig. 2 und 3 mit Buchstaben bezeichneten Flächen scharf einstellte und jedesmal zwei Ablesungen an der Mikrometerschraube zum Heben und Senken der Tubus machte. Um hierbei die systematischen Fehler nach Möglichkeit auszuschließen, wurde nach jedem Messungssatz zuerst eine angenäherte Neueinstellung mit dem Zahntrieb vorgenommen und dann erst mit der Mikrometerschraube fein eingestellt; die Messungen geschahen also immer wieder mit anderem Stellen der Schraube. Zwei Messungsreihen an Fig. 2 und 3 sind in folgender Tabelle 1 enthalten.

Tabelle 1. Messung der Höhenunterschiede in Fig. 2 und 3.

R = Ablesungen in Umdrehungen der Mikrometerschraube 1 R = 470 μ, (1 μ = 0,001 mm).

Fläche des Objektes		Einstellungen R . 100						Unterschiede in R . 100 (positive Werthe bedeuten Vertiefung, negative Erhöhung)								Tiefe in μ, bezogen auf Fläche	
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	Σ	Mittel	a	d
Fig. 2, Schiene Nr. 4 m	a	655	655	214	730	327	—	0	0	0	0	0	—	0	0,0	0,00	—
	b	57	58	17	34	29	—	2	3	3	4	2	—	14	2,8	1,32	—
	c	59	59	19	34	32	—	4	4	5	4	5	—	22	4,4	2,07	—
	d	70	67	29	43	39	—	15	12	15	13	12	—	67	13,4	6,30	—
	e	56	57	18	33	30	—	1	2	4	3	3	—	13	2,6	1,22	—
Fig. 3, Schiene Nr. 4 m	a	327	938	573	572	316	906	0	0	0	0	0	0	0	0,0	—	0,37
	b	30	41	73	74	19	07	3	3	0	2	3	1	12	2,0	—	1,31
	c	30	41	73	74	19	07	3	3	0	2	3	1	12	2,0	—	1,31
	d	—	37	72	70	17	04	—	−1	−1	−2	1	−2	−5	−0,8	—	0,00
	e	—	37	72	72	17	03	—	−1	−1	0	1	−3	−4	−0,7	—	0,04

Nachdem nunmehr feststeht, daß die schwarzen Flecke meistens Vertiefungen darstellen (die großen rundlichen Flecke erkennt man übrigens bei Betrachtung unter dem Mikroskop leicht als solche), kann man an der Licht- und Schattenbildung zuweilen entscheiden, welche Flächen die hochgelegenen sind, z. B. an Neg. Nr. 848, Taf. VI. Beachtet man die Lichtkanten und Schlagschatten an den inmitten einer glatten Fläche liegenden Flecke (die übrigen würden ohne Weiteres zu Täuschungen Anlaß geben), die entstehen, weil das Licht doch immer unter einem kleinen Winkel schief zur Achse des Mikroskopes einfällt, so müssen alle Flächen, die die Lichtkanten nach der gleichen Seite hin zeigen, tiefer als diejenigen Flächen liegen, die ihre Licht-

kanten an der entgegengesetzten Seite haben. Man muß aber bei solchen Bestimmungen sehr vorsichtig sein und sich auf diese Anzeichen allein nicht verlassen, was aus Tab. 1 einleuchten wird, wenn man bedenkt, daß in Fig. 2, Taf. IV der größte Unterschied, Fläche a bis c nur 0,002 mm beträgt. Wie schwer es ist, sich aus dem bloßen flüchtigen Anblick eines mikroskopischen Bildes oder einer guten Mikrophotographie über die Tiefenverhältnisse ein Urtheil zu bilden, möge man ermessen, wenn man nach kurzem Anschauen von Tafel VI diese plötzlich umdreht und die auf den Kopf gestellten Figuren betrachtet; hoch und tief wird dann umgekehrt erscheinen.

Obwohl also, wie aus den Taf. IV und VI augenfällig hervorgeht, durch das Poliren auf weicher Unterlage drei sehr scharf getrennte Gefügeelemente zur Anschauung gebracht werden können, nämlich ein mechanisch härterer, ein mechanisch weicherer und jene schwarzen Flecke, von denen einzelne ohne Weiteres als Hohlräume, andere erst durch Ausmessen als solche erkannt werden können, so ist es doch sehr schwer, die Flächen der beiden ersten Theile in verschiedenen Objekten allein an den polirten Flächen zu erkennen und dem einen oder dem anderen Gefügeelement zuzuordnen.

Durch Aetzen und Färben kann diese Unterscheidung wesentlich erleichtert und vereinfacht werden. Die Aetz- und Färbemethoden für Flußeisen bedürfen aber noch sehr der Vervollkommnung. Heute ist es schwer große Flächen wie ganze Schienenprofile vollkommen gleichmäßig zu ätzen, weil man den Aetzprozeß entweder mit bloßem Auge überwachen muß, oder bei mikroskopischer Verfolgung den Erfolg immer nur nach einer kleinen Fläche beurtheilen kann.

Da es für den vorliegenden Auftrag darauf ankam, den Nachweis zu führen, ob durch das mehr oder minder kalte Walzen von Flußeisen eine Veränderung im Gefügebau und in Zusammenhang damit eine Veränderung der Festigkeitseigenschaften hervorgerufen wird, sowie darauf, diese etwaigen Veränderungen dem Maße nach festzustellen, so galt es, womöglich durch planimetrische Messungen oder auf anderem Wege den Antheil der Gefügeelemente an dem mikroskopischen Bilde der einzelnen Schienenprofiltheile festzustellen. Zur Erleichterung dieser Feststellung wurden die Profile, nachdem aus jeder Gruppe eine Schiene in V = 28 im polirten Zustande photographirt war (Taf. IV), mit Salpetersäure geätzt und dann die auf Taf. IV bis VI zusammengestellten Photogramme in V. = 28 und 200 genommen.

Diese Abbildungen zeigen alle mehr oder weniger deutlich begrenzt das Vorhandensein der genannten drei Gefügeelemente. Bei richtig abgepaßter Aetzung, z. B. bei Neg. Nr. 786, 800, 801, 799 u. s. w., Taf. V sind die Grenzen scharf, das eine Gefügeelement bleibt ungefärbt, während das andere sich dunkel färbt. Ist die Aetzung im ganzen Profil oder an einzelnen Stellen zu stark, so werden auch die hellen Flächen angegriffen und die Grenzen zwischen beiden Elementen werden rauh und mehr oder weniger verwischt, Neg. Nr. 785, Taf. V. Zuweilen, namentlich bei schwacher Aetzung (vielleicht auch bei nicht völliger Reinigung der Schliffe vor dem Aetzen) bedecken sich alle Flächen mit einem schwachen Ueberzug, der dann die Grenzen verwischt, Neg. Nr. 797, 803, Taf. V. Man kommt also auch mit dem Aetzen nicht immer zum Ziel, wenn man nicht Zeit hat und den Versuch öfters wiederholen kann. Ganz zuverlässige und scharfe Ergebnisse wird man überhaupt nur an kleinen Objekten erhalten können, deren Aetzung man mikroskopisch zu verfolgen im Stande ist.

Die geätzten Schliffe des Flußeisens verrosteten außerordentlich schnell, sie waren trotz größter Sorgfalt schon nach wenigen Tagen mit einem Rosthauch überzogen und so verdorben, daß man immer nur kleine gut erhaltene Flächen fand. Die Profile sind deswegen nochmals

mit feinstem Schmirgelpapier geschliffen und dann wieder auf Gummi polirt. Die so behandelte Schiene 9 lieferte die Bilder auf Taf. VI.

Der dritte Gefügetheil, die dunklen Flecke, trat auch nach dem Aetzen und darauf folgendem wiederholtem Poliren auf Gummi scharf hervor und verschwand erst zum großen Theil beim Hochglanzpoliren auf trockenem Leinen. Er nimmt die Aufmerksamkeit außerordentlich in Anspruch, wenn man die Taf. V bis VI oder die Objekte selbst bei starker Vergrößerung durchmustert. Die dunklen Flecke treten so zahlreich in den untersuchten Schienenprofilen auf, wie es früher noch bei keiner Gelegenheit beobachtet worden ist. Ihre Zahl schwankt nicht nur bei den einzelnen Schienen, sondern auch an den verschiedenen Stellen des Schienenprofils, aber die zur Verfügung stehende Zeit hat nicht gestattet, hierüber planmäßige Untersuchungen anzustellen, oder auch nur die Natur dieser Erscheinungen genau zu studiren. Der Umstand, daß diese Flecke durch wiederholtes Poliren auf Gummi nicht fortgebracht werden können, daß sie im polirten Schliff in gleicher Weise und nicht weniger zahlreich als im geätzten auftreten, der Umstand ferner, daß sie zum größten Theil augenfällige oder durch Messung nachgewiesene Vertiefungen darstellen, läßt nicht ohne Weiteres auf Gasporen schließen; denn dieser Schluß entbehrt der positiven Unterlage, die erst gegeben sein würde, wenn die Flecke auf Schliffen parallel zur Längsachse der Schiene als lang gestreckte Höhlungen erscheinen. Diese Längsschliffe konnten aber aus Mangel an Zeit nicht angefertigt werden. Auffallend ist immerhin auch die Querschnittsform der Flecke. Man sollte erwarten, daß die meisten von ihnen wenigstens im Schienensteg flachgedrückt sein müßten, wenn sie Gasporen darstellen. Das ist nicht der Fall, man findet vielmehr neben wenigen linsenförmigen, mit Schlackenresten angefüllten Poren sehr zahlreiche Flecke mit fast quadratischer oder auch dreieckiger Form; Fig. 2 bis 4, Taf. IV und viele von den Photogrammen, namentlich Neg. Nr. 852, Taf. VI und 792, Taf. V lassen dies erkennen.

Ganz besonders auffallend muß es aber sein, daß die dunklen Flecke fast ausschließlich auf den Flächenelementen vorkommen, die beim Aetzen nicht angegriffen werden. Man findet sie zuweilen an den Rändern zwischen beiden Elementen, aber meistens nur sehr vereinzelt innerhalb der dunklen Flächen; dies tritt bei der Betrachtung unter dem Mikroskop noch deutlicher hervor als auf den Photogrammen, in welchen der gefärbte Bestandtheil fast immer etwas übertrieben dunkel erscheint, da er zur richtigen photographischen Abbildung eine andere Expositionszeit als der helle erfordert, man aber unwillkürlich den hellen Theil beim Kopiren der Negative zu bevorzugen pflegt. Dieses einseitige Auftreten der dunklen Flecke im hellen Bestandtheil giebt sogar die Möglichkeit, ziemlich sicher in den nur auf Gummi polirten und nicht geätzten Schliffen (Taf. VI) diesen Bestandtheil auch ohne die Färbung durch Aetzung zu bezeichnen. Die Flächen, welche die dunklen Flecke in großer Zahl zeigen, entsprechen fast immer dem beim Aetzen schwerer angreifbaren, also hell bleibenden Theil.

Weshalb sollten nun Gasporen sich vorwiegend in diesem einen Flächenelement finden?

Gestattete die noch zur Verfügung stehende Zeit auch nicht, die Sache eingehend zu verfolgen, so wurde doch Gelegenheit zu einem flüchtigen Einblick genommen.

Bei sehr starker Vergrößerung ($V = 1000$) erkannte man bald, daß die Flecke auf den geätzten Flächen meistens aus rundlichen Poren ohne bestimmte Form bestanden, die zum Theil mit glasartiger gelbgrün bis braungrün schimmernder Schlacke gefüllt sind (namentlich an den hochglanzpolirten Flächen erkennbar). Viele dieser Flecke sind rundliche Poren, bei denen der Grund (Boden) mit dem Mikroskop nicht gefunden werden konnte. Vielfach haben aber die Flecke, wie schon erwähnt, quadratische oder dreieckige Form; auch in diesen konnten

zuweilen, aber bei weitem nicht in der Mehrzahl, Glaseinschlüsse erkannt werden. Bei vielen dieser quadratischen Flecken war bei Bewegung des Tubus deutlich der Grund nachzuweisen. Diejenigen Tiefen, die gemessen wurden, ergaben Maße, die kleiner waren als die Breiten der Quadratseiten. Beispielsweise geht aus den Messungsreihen Tab. 1 hervor: Fig. 2 Fläche d 15,7 μ breit, Tiefe des Grundes gegen die Nachbarfläche c, etwa 4,23 μ; in Fig. 3 sind die gleichen Maße 6,4 und 0,94 μ. Was besonders auffallen muß, ist, daß die Anordnung der quadratischen Flecke zuweilen ganz regelmäßig ist, Fig. 4, Taf. IV und Neg. Nr. 792, Taf. V. Zu Fig. 2—4 sei bemerkt, daß, wenn auch skizzenhaft entworfen, die Umrißlinien doch alle unter Benutzung des Abbeschen Zeichenprismas bei V = 1020 gezogen sind; die Richtigkeit der Umrißlinien kann also verbürgt werden. Auffallend ist auch die zuweilen vorkommende treppenförmige Aneinanderreihung der quadratischen Flecke, Neg. Nr. 792, Taf. V und Fig. 4, Taf. IV.

Form und Maße der quadratischen Flecke und das gelegentliche Vorkommen der dreieckigen können zu der Frage verleiten: Kommen etwa in dem zu Schienen ausgewalzten Flußeisen Krystalle kubischer Form vor, die auch im Walzprozeß ihre Form behalten und nach dem Aetzen jene Vertiefungen zurücklassen?

Der Umstand, daß die dunklen Flecke beim Hochglanzpoliren auf trockenem Leinen zum größten Theil verschwinden, spricht hiergegen und gegen die Porennatur der dunklen Flecke überhaupt. Daher bleibt die Frage zu entscheiden, ob sie nicht zum großen Theil von dem voraufgehenden Schleifen mit Schmirgelleinen herrühren, von dem sich ja immerhin einige Körner loslösen nnd zum Rollen kommen können. Zu bemerken ist hierzu indessen, daß sie fast ebenso zahlreich wie nach dem Poliren auf Gummi, auch bei den auf Hochglanz polirten Flächen nach dem Aetzen mit Jodtinktur wieder zum Vorschein kamen und dann vielfach auch quadratische Formen zeigten.

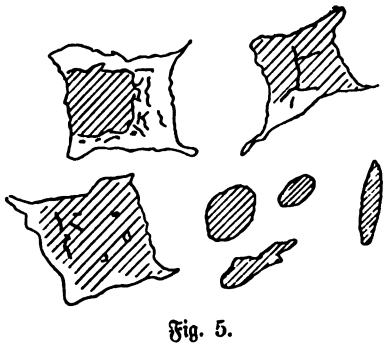


Fig. 5.

Daß aber die quadratischen Querschnittsformen auch bei Schlackenadern vorkommen, sieht man leicht aus Neg. Nr. 854 und 859, Tafel VI, welche nach einem Schlackennest von etwa 0,8 mm Durchmesser in V = 100 aufgenommen wurde, das mit bloßem Auge im Kopf der Schiene 1 erkennbar war. Außerdem kann man sich durch sorgfältiges Studium bei etwa V = 1000 leicht überzeugen, daß diese mehr oder minder quadratischen Querschnittsformen sehr wohl Folgen des Walzdruckes sein können. Hierneben sind einzelne Formen der feinsten Schlackenadern skizzirt, Fig. 5. (NB. Diese Bilder sind Sammelfiguren aus mehreren Schienen.) Die schraffirten Flächen sollen die polirten Flächen der Schlackeneinschlüsse andeuten, die zuweilen Risse und runde Löcher zeigen und vielfach glasklar sind, so daß man den Grund des Hohlraumes durchscheinen sieht; die linsenförmigen Querschnitte finden sich meistens nahe den Kanten, die quadratischen und rundlichen mehr in der Mitte des Profiles.

Man sieht, daß die Erscheinungen im Gefüge der Flußeisenschienen noch sehr der eingehenden Untersuchung bedürfen, wenn man sich Rechenschaft über Wesen und Ursache geben will. Die zur Verfügung stehende Zeit reichte aber nicht aus, um diese Dinge jetzt schon zu verfolgen. Es muß übrigens auch noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß Osmond in neuester Zeit eine Arbeit über die systematische Ausführung der mikroskopischen Untersuchung

veröffentlichte, und daß er im Ganzen fünf, wie er sagt, bestimmt unterscheidbare Gefügeelemente im Flußeisen annimmt. Diese Arbeit hat aber hier noch nicht berücksichtigt werden können, weil sich noch nicht die Zeit fand, die Osmondschen Angaben zu prüfen.

Um den schon erwähnten Zusammenhang zwischen den beim Aetzen sich nicht färbenden und den mit jenen Flecken behafteten Flächen in den auf Gummi polirten Schliffen festzustellen, wurde Schiene 9 an verschiedenen Stellen durch je einen Tropfen Jodtinktur oder Salpetersäure geätzt und dann der Rand des entstehenden Aetzfleckes beobachtet und photographirt, Taf. VI, Nr. 851 u. 852. Man erkennt leicht den Uebergang der die dunklen Flecke enthaltenden Flächen in jene, die beim Aetzen farblos bleiben, wenn auch die Aetzung am Rande der Tropfen nicht gerade besonders scharf ausgefallen ist. Nr. 851 ist ein Theil der Kopfmitte und Fig. 852 ist ein ganz hart am Kopfrande in Abschnitt b gelegener Theil.

Durch das Hochglanzpoliren verschwinden die beiden beim Poliren auf Gummi als Relief deutlich hervortretenden Gefügeelemente fast ganz, wie man leicht aus Neg. Nr. 854 u. 859, Taf. VI erkennt. Nur zuweilen setzt sich das feine Polirroth, auch bei den stärksten Vergrößerungen nicht als Korn auflösbar, auf den Flächen fest. Dann erscheinen sie mit einem ganz gleichmäßigen Hauch überzogen, aber beide Elemente ganz scharf getrennt, weil sich das eine etwas stärker färbt als das andere.

Wollte man die Natur der schwarzen Flecke noch weiter verfolgen, so müßte man die auf Hochglanz polirten Flächen ohne Anwendung von Schmirgelleinen nochmals in Relief auf Gummi poliren, wenn alsdann die schwarzen Flecke wieder ebenso zahlreich auftreten wie vorher und wenn sie auch dann vorwiegend im nicht färbbaren Theil erscheinen, so wird man annehmen dürfen, daß sie wirklich eine Eigenthümlichkeit des Gefüges bilden; aber das konnte nicht mehr ausgeführt werden.

Untersucht man die beim Aetzen sich färbenden Flächen mit starker Vergrößerung (V = 1000), so erkennt man, daß sie meistens körniges Gefüge, zuweilen aber auch jene Schichtungen zeigen, die Osmond als geschichteten Perlit bezeichnet. Eine solche Stelle ist auf Taf. V (V etwa 800) in Nr. 792 abgebildet. Es sei schon hier bemerkt, daß diese Bildung ziemlich selten auftritt und daß man sie in allen drei Gruppen ziemlich gleich häufig antrifft. Die verschiedene Walzhitze hat sichtlich keinen Einfluß auf die Ausbildung dieser Gefügeform genommen.

Zu bemerken ist noch, daß bei Schiene Nr. 8 eine ganz große Fehlstelle, die sich durch den ganzen Schienensteg hinzieht, vorkommt, wie in nebenstehender Fig. 6 angedeutet. Die scharf hervortretende Fuge ist stellenweise durch starke unausgefüllte Hohlräume, stellenweise durch Schlackenadern (Nr. 854, Taf. VI), stellenweise durch scharf nebeneinander liegende Verschiedenheiten im Gefügebau gebildet (Neg. Nr. 857 u. 856, Taf. VI beide mit Salpetersäure geätzt). Sonst kommt nur noch bei Schiene 5 eine kleine Blasenbildung unmittelbar unter der Oberfläche am Uebergang zum Schienenfuß und bei Schiene 1 jene zum Theil in Neg. Nr. 859, Taf. VI abgebildete Schlackenstelle vor, die mit bloßem Auge kaum zu erkennen ist. Sonstige makroskopisch erkennbare Fehlstellen sind nicht gefunden worden. Einige Schienen zeigten auch nach sorgfältigem Poliren auf Hochglanz unter dem Mikroskop eine größere Porosität als andere; aber auch hier hat eigentlich kein Zusammenhang mit der Walzhitze nachgewiesen werden können.

Fig. 6.

Nach dem Antrage sollte ganz besonders auch das von Sauveur angewendete Verfahren der Ausmessung der Korngrößen zum Vergleich mit den Festigkeitseigenschaften benutzt werden. Von einer eigentlichen Kornbildung würde man aber nur sprechen können, wenn das Flächengefüge deutlicher ausgesprochen netzförmig wäre. Es wird schwer halten auf den abgebildeten Flächen ein deutlich abgegrenztes Korn zu bezeichnen. Nach den Untersuchungen Ledeburs sind die Eigenschaften des Eisens aber in deutlich ausgesprochenem Maße von der Form des Kohlenstoffes im Eisen abhängig, und wenn in Bezug auf die Zusammensetzung der mikrospischen Gefügeelemente heute auch noch keine Versuchsergebnisse, sondern eigentlich nur Hypothesen vorliegen, so darf man doch aussagen, daß die Form des Kohlenstoffes im Eisen (vielleicht auch, nach Osmond, die Form des Eisens) die Unterschiede in den Flächenelementen bedingt. Leider fehlt es aber der Versuchsanstalt zur Zeit an Mitteln und Einrichtungen, um diese wichtigen aber schwierigen Fragen einmal ernstlich in Angriff nehmen zu können.

Man darf nun nach dem Vorausgehenden erwarten, daß das Mengenverhältniß, in welchem die verschiedenen mikroskopisch trennbaren Flächenelemente im Eisen vorkommen, einen Zusammenhang mit den Festigkeitseigenschaften haben wird. Deswegen wurde bei allen Photogrammen, bei denen es möglich war, einmal mit dem Planimeter die Flächenantheile der beiden Hauptgefügebildner, nämlich der gefärbten Flächen a und als Rest der Antheil der nicht gefärbten sammt den dunklen Flecken b + c ausgemessen, das andere Mal wurden diese Flächenverhältnisse allein durch Schätzen nach dem Augenmaß bestimmt, um zugleich über den Sicherheitsgrad solcher Schätzungen nach dem Augenmaß ein Urtheil zu gewinnen, die natürlich einfacher auszuführen sind, als die planimetrischen Messungen. Die dunklen Flecke lassen sich wegen ihrer Zahl und Kleinheit nicht messen, sondern mußten lediglich geschätzt werden. Ihr Antheil wurde bestimmt, obwohl nicht feststeht, daß sie wirklich einen Gefügebestandtheil des Flußeisens bilden; will man sie nicht als solchen rechnen, so wird der für sie in den folgenden Tabellen ausgeworfene Betrag auf den unfärbbaren Bestandtheil b zu verrechnen sein. Dementsprechend ist auch nach den Schätzungen die Größe b + c gebildet worden.

Die Messungen und Schätzungen ergaben die in Tab. 2 (Seite 97) niedergelegten Werthe.

In Tab. 3 (Seite 98 und 99) sind nochmals die Werthe aus den Zerreißversuchen zusammengestellt, die schon in der Prüfungsbescheinigung vom 2. Februar 1895 A 6584 enthalten sind.

Schlußfolgerungen.

Aus den Tabellen 2 und 3 wurden die vergleichbaren Mittelwerthe herausgenommen und in Tab. 4 (S. 100 u. 101) nochmals zu einer Schlußübersicht in zwei Gruppen zusammengestellt, von denen die eine einen kurzen Ueberblick über die Veränderungen der Festigkeitseigenschaften, die andere einen solchen über die Veränderungen der Gefügeverhältnisse giebt, die als Folge der verschiedenen Behandlung beim Walzen nachzuweisen sind.

Der Vergleich über die Wirkung des mehr oder weniger kalten Walzens (Abkühlens vor den letzten beiden Stichen) ergiebt sich leicht aus den Verhältnißzahlen in Gruppe I, welche sowohl für Kopf, Steg und Fuß als auch für die Mittelwerthe für die einzelnen Gruppen gebildet wurden. Aus diesen Verhältnißzahlen kann man ableiten:

Abgesehen von den Werthen für die Proben aus dem Schienenfuß (die für Gruppe I und II nicht bestanden), nimmt die Proportionalitätsgrenze in Folge der Abkühlung vor dem Fertigwalzen ab und zwar um 10—20%.

Die Spannungen an der Streck- und Bruchgrenze nehmen um etwa 5% zu.

Tabelle 2. Mikroskopische Zusammensetzung der Schienen.

Es bezeichnet: a den Flächenantheil des färbbaren, b denjenigen des nicht färbbaren Elementes und c denjenigen der dunklen Flecke, ausgedrückt in %; a + b + c = 100; M = Messung; S = Schätzung.

Schiene			Kopfmitte e					Stegmitte k					Fußecke m				
Gruppe	Zeichen	Art der Walzung	a		b + c		c	a		b + c		c	a		b + c		c
			M	S	M	S	S	M	S	M	S	S	M	S	M	S	S
I	W 1 u. 2	In gewöhnlicher Hitze gewalzt	62	70 70	38	30 30	0,5	40	40	60	60	—	48	45	52	55	2
			41	35	59	65	3	36	45	64	55	10	—	58 63	—	42 37	12 7
			24	30 40	76	70 60	20 12	40	30	60	70	3	51	60 60	49	40 40	3 3
			51	60	49	40	8	41	30	59	70	—	—	—	—	—	—
		Mittel	**44,5**	**50,8**	**55,5**	**49,2**	**8,7**	**39,2**	**36,3**	**60,8**	**63,7**	**3,3**	**49,5**	**57,2**	**50,5**	**42,8**	**5,4**
II	W 3 u. 4	Vor den beiden letzten Stichen abgekühlt bis die Fußränder dunkelroth und der Kopf hellroth war	42	45	58	55	—	36	30	64	70	2	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	35	40	65	60	1	—	—	—	—	—
			44	35	56	65	15	32	35	68	65	3	—	50 50	—	50 50	5 6
			49	60	51	40	—	61	60	39	40	—	—	60 60	—	40 40	10 8
		Mittel	**45,0**	**46,7**	**55,0**	**53,3**	**5,0**	**41,0**	**41,2**	**59,0**	**58,8**	**1,5**	—	**55,0**	—	**45,0**	**7,3**
I	W 5 u. 6	Vor den letzten Stichen abgekühlt bis die Fußränder kaum noch dunkelroth und der Kopf beginnend dunkelroth war	44	50	56	50	5	31	32	69	68	—	45	55 45	55	45 55	3 5
			37	40	63	60	5	—	—	—	—	—	—	60 62	—	40 38	2 5
			41	40	59	60	3	59	60	41	40	—	50	55 55	50	45 45	7 10
			—	—	—	—	—	55	60	45	40	—	—	—	—	—	12 8
		Mittel	**40,7**	**43,3**	**59,3**	**56,7**	**4,3**	**48,2**	**50,7**	**51,8**	**49,3**	—	**47,5**	**55,3**	**52,5**	**44,7**	**6,5**

Die Dehnbarkeit wächst in den beim Walzen stärker bearbeiteten Theilen (Steg und Fuß) und nimmt im Durchschnitt in Folge des kälteren Walzens um etwa 10% zu,

während die Querschnittsverminderung, besonders im Kopf um etwa ebensoviel abnimmt.

Unter der Bezeichnung Zustandszahlen sind nach den Erfahrungen der letzten Jahre ie Werthe σ_r/σ_B und σ_S/σ_B sowie $Z = \frac{\sigma_B}{\sigma_S} \cdot \frac{\delta_{11,3}}{100}$ $\left(= \frac{\delta_{11,3}}{100 \cdot \sigma_S/\sigma_B}\right.$ zur einfacheren Berechnung) gebildet, von denen σ_S/σ_B bei den meisten Metallen mit wachsender mechanischer Bearbeitung (namentlich bei Bearbeitung im kalten Zustande) wächst, während Z abnimmt. Diese Werthe, welche erfahrungsmäßig für die gleichen Materialien gleichen Zustandes nur wenig schwanken,

Tabelle 3. **Zusammenstellung**

Es bezeichnet: σ die Spannungen in kg/qmm an der Proportionalitätsgrenze (σ_P), an der Streckgrenze (σ_S), an der Bruch- q = Querschnittsverminderung in %. Die Zustandszahlen σ_P/σ_B, σ_S/σ_B und $Z = \frac{\sigma_B}{\sigma_S} \cdot \frac{\delta_{11,3}}{100}$ sind aus diesen Werthen

Gruppe	Schiene		Behandlung beim Walzen	Nr.	Kopf (A)									Steg				
					Spannungen			Formänderung		Zustandszahlen				Spannungen			Formänderung	
					σ_P	σ_S	σ_B	$\delta_{11,3}$	q	σ_P/σ_B	σ_S/σ_B	Z		σ_P	σ_S	σ_B	$\delta_{11,3}$	q
I	W	1	In gewöhnlicher Hitze gewalzt	1	25,5	34,2	61,3	19,7	45,2	0,416	0,558	0,342		26,7	32,8	61,3	23,4	47,1
		2		2	28,9	34,6	61,1	23,3	50,5	478	566	412		29,1	33,9	61,7	20,4	45,6
				3	18,8	32,8	60,9	19,0	47,0	309	536	355		26,7	35,2	63,1	16,6	46,7
				4	28,7	33,4	60,5	21,7	46,0	475	553	392		27,0	33,2	60,8	12,4	32,3
Mittel	—	—	—	—	**25,5**	**33,8**	**61,0**	**20,9**	**47,2**	**0,420**	**0,553**	**0,375**		**27,4**	**33,8**	**61,7**	**18,2**	**42,9**
II	W	3	Vor den beiden letzten Stichen abgekühlt bis die Fußränder dunkelroth und der Kopf hellroth war	5	19,1	34,2	62,9	21,4	43,0	0,304	0,544	0,394		22,2	34,5	64,0	23,2	45,0
		4		6	18,9	33,9	63,8	21,7	42,1	296	532	408		19,6	34,3	64,3	23,9	45,2
				7	18,7	32,8	60,9	21,5	43,4	307	539	399		19,8	35,8	63,6	22,3	44,8
				8	22,3	36,6	63,7	19,3	31,9	350	575	336		22,3	37,2	63,3	—	—
Mittel	—	—	—	—	**19,8**	**34,4**	**62,8**	**21,0**	**40,1**	**0,314**	**0,548**	**0,384**		**21,0**	**35,5**	**63,8**	[**23,1**]	[**45,0**]
III	W	5	Vor den letzten Stichen abgekühlt bis die Fußränder kaum noch dunkelroth und der Kopf beginnend dunkelroth war	9	28,1	35,9	62,4	15,6	27,5	0,451	0,576	0,271		22,2	38,3	64,8	23,1	43,7
		6		10	12,7	34,2	63,7	20,7	34,4	199	537	386		22,0	36,6	65,2	22,9	43,5
				11	19,1	34,2	63,7	22,3	39,9	300	537	415		22,0	35,4	65,2	22,3	44,2
				12	19,1	34,2	63,7	22,7	42,2	300	537	423		21,7	35,0	65,2	22,9	40,2
Mittel	—	—	—	—	**19,8**	**34,6**	**63,4**	**20,3**	**36,0**	**0,313**	**0,547**	**0,374**		**22,0**	**36,3**	**65,1**	**22,8**	**42,9**

lassen sich recht gut zur summarischen Beurtheilung des Materials benutzen. Aus der Tabelle 4 Gruppe 1 folgt:

Die Werthe für σ_s/σ_B ändern sich beim Walzen nach der Abkühlung vor den beiden letzten Stichen nur wenig; (die Form der Schaulinien für den Zerreißversuch ändert sich also ebenfalls nur wenig).

Die Werthe für Z wachsen um etwa 6—8%.

In der Schiene wird das ursprünglich als im ganzen Block nahezu gleich anzusehende Material in den einzelnen Theilen des Querschnittes immer bei verschiedener Wärme ausgewalzt, so daß also etwaige Wirkungen der Walzhitze, abgesehen von den Wirkungen der an sich verschieden großen mechanischen Bearbeitung, in den einzelnen Profiltheilen hervortreten müssen. Daher kann man den Vergleich innerhalb der einzelnen Schienengruppen I—III auch nach den Profiltheilen vornehmen. Hierbei ist zu beachten, daß der Kopf in der Regel am heißesten und die Fußecken am kältesten fertig gewalzt zu werden pflegen. Macht man den Vergleich in dieser Richtung an Hand der Verhältnißzahlen (letzte Zahlenreihen in Gruppe I, Tab. 4), so wird man Folgendes aussagen können:

Die P-Grenze liegt im Steg (und Fuß) höher als im Kopf und zwar um so mehr, je kälter die Schiene im Allgemeinen fertig gewalzt wurde.

Die S-Grenze liegt um so höher, je mehr die Fertigwalzung im kalten Zustande erfolgte; sie übertrifft im Fuß die S-Grenze des Kopfes bis zu 10%.

Zugversuche.

(σ_B), $\delta_{11,3}$ die Dehnung nach dem Bruch gemessen auf einer Meßlänge $l = 11{,}3\sqrt{f}$, wenn f = Probenquerschnitt.
eitet. Die in [ ] gesetzten Zahlen sind zuverlässig aber aus irgend einem Grunde nicht gleichwerthig den übrigen.

			Fuß (C)								Mittelwerthe							
Zustandszahlen			Spannungen			Form-änderung		Zustandszahlen			Spannungen			Form-änderung		Zustandszahlen		
σ_B	σ_S/σ_B	Z	σ_P	σ_S	σ_B	$\delta_{11,3}$	q	σ_P/σ_B	σ_S/σ_B	Z	σ_P	σ_S	σ_B	$\delta_{11,3}$	q	σ_P/σ_B	σ_S/σ_B	Z
36	0,535	0,438	—	33,3	61,7	23,4	43,7	—	0,540	0,433	[26,1]	33,4	61,4	22,2	45,3	[0,426]	0,544	0,404
73	550	371	—	34,5	62,2	17,9	39,1	—	555	322	[29,0]	34,3	61,7	20,5	45,1	[476]	557	368
124	558	298	—	36,3	63,3	19,7	43,3	—	574	344	[22,8]	34,8	62,4	18,4	45,7	[367]	556	332
444	546	355	—	36,1	64,1	21,3	39,5	—	563	378	[27,9]	34,2	61,8	20,8	39,2	[460]	554	375
444	0,547	0,366	—	**35,5**	**62,8**	**20,6**	**41,4**	—	0,558	0,368	[**26,5**]	**34,2**	**61,8**	**20,5**	**43,8**	[0,432]	0,553	0,370
347	0,540	0,430	—	36,8	66,2	23,0	37,9	—	0,556	0,414	[20,7]	35,2	64,4	22,5	42,0	[0,326]	0,547	0,413
505	534	448	—	37,2	66,4	21,8	38,5	—	561	388	[19,3]	35,2	64,8	23,7	41,9	[301]	532	415
311	563	396	—	39,1	66,3	23,1	38,6	—	590	392	[19,3]	35,2	63,6	22,3	42,3	[309]	564	396
352	588	—	—	37,6	65,2	24,0	37,4	—	576	416	[22,3]	37,1	64,1	[21,7]	[34,7]	[351]	580	[376]
0,329	0,556	[0,425]	—	**37,7**	**66,0**	**23,0**	**38,1**	—	0,571	0,403	[**20,4**]	**35,7**	**64,2**	[**22,6**]	[**40,2**]	[0,322]	0,556	[0,400]
0,342	0,591	0,391	[32,3]	38,5	65,1	23,7	36,3	0,495	0,590	0,402	[27,5]	37,6	64,1	20,8	35,8	0,429	0,586	0,355
338	561	408	[32,0]	36,9	64,7	20,9	37,5	495	570	368	[22,2]	35,9	64,5	21,5	38,5	344	556	387
338	543	410	[27,3]	37,2	65,8	24,4	36,9	415	566	431	[22,8]	35,6	64,9	23,0	40,3	351	549	419
333	537	426	27,2	38,4	65,6	23,4	36,0	414	585	400	22,7	35,9	64,8	23,0	39,5	349	554	416
238	0,558	0,409	[**29,7**]	**37,8**	**65,3**	**23,1**	**36,7**	0,455	0,578	0,400	[**23,6**]	**36,3**	**64,6**	**22,1**	**38,5**	0,368	0,561	0,394

Die B-Grenze erfährt eine geringere Erhöhung (bis zu etwa 5%) sowohl im Steg als auch im Fuß.

Die Dehnbarkeit wächst ganz besonders im Schienenfuß (bis zu 14% gegen Kopf).

Die Querschnittsverminderung nimmt gegen Kopf, namentlich im Steg, beim kalten Walzen zu.

Die Zustandszahlen bleiben beim Walzen in gewöhnlicher Hitze in allen Theilen nahezu gleich, wachsen aber in Steg und Fuß ein wenig, wenn die Schienen vor dem Fertigwalzen abgekühlt wurden.

Bei Würdigung dieser letzten 6 Absätze ist indessen zu beachten, daß, wie schon angedeutet wurde, hier die Wirkung, die durch den verschiedenen Grad der mechanischen Bearbeitung an sich erzeugt wird, bei der Beurtheilung der Wirkung des Hitzegrades mit eingeht.

Ganz ähnliche Vergleiche, wie die vorhergehenden, sind in Tabelle 4 in Bezug auf die Veränderungen der Gefügeverhältnisse gegeben. Um aber den Unterschied zu berücksichtigen, der durch die Art der Feststellung der Gefügeantheile gegeben ist, und um den Vergleich übersichtlicher zu gestalten, sind die Zahlen, die sich auf die planimetrischen Messungen beziehen, mit M, diejenigen, die sich auf Flächenschätzungen beziehen, mit S überschrieben. Hierbei muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß alle Zahlen aus früher schon mitgetheilten Gründen an ziemlich starker Unsicherheit leiden und daß man den mittelst Planimeter gewonnenen Zahlen

400949

Tabelle 4. Gegenüberstellun

Zeichenerklärung wie b

Gruppe	Schiene	Behandlung beim Walzen	Nr.	Kopf								Steg				
1. Mittelwerthe aus den Zerreißversuchen.				Spannungen			Formänderungen		Zustandszahlen			Spannungen			Formänderungen	
				σ_r	σ_s	σ_B	$\delta_{11,3}$	q	σ_r/σ_B	σ_s/σ_B	Z	σ_r	σ_s	σ_B	$\delta_{11,3}$	q
I	W. 1 u. 2	In gewöhnlicher Hitze gewalzt	1—4	25,5	33,8	61,0	20,9	47,2	0,420	0,553	0,375	27,4	33,8	61,7	18,2	42,9
II	W. 3 u. 4	Vor den beiden letzten Stichen abgekühlt, bis Fußränder dunkelroth, Kopf hellroth	5—8	19,8	34,4	62,8	21,0	40,1	0,314	0,548	0,384	21,0	35,5	63,8	[23,1]	[45,0]
III	W. 5 u. 6	Abgekühlt bis Fußränder kaum noch dunkelroth, Kopf beginnend dunkelroth	9—12	19,8	34,6	63,4	20,3	36,0	0,313	0,547	0,374	22,0	36,3	65,1	22,8	42,9
		Wirkung des kälteren Walzens.														
		II/I . 100	—	78	102	103	101	85	75	99	102	77	105	103	[127]	[105]
		III/I . 100	—	78	103	104	97	77	75	99	100	80	107	106	126	100
		Vergleiche:		Kopf = 100								Steg/Kopf .				
I	W. 1 u. 2	wie oben	1—4									108	100	101	87	91
II	W. 3 u. 4		5—8									106	103	102	[110]	[112]
III	W. 5 u. 6		9—12									111	105	103	112	119

Gruppe	Schiene	Behandlung beim Walzen	Nr.	a färbbar		b + c nicht färbbar		c Flecke	a färbbar		b + c nicht färbbar	
2. Mittelwerthe aus den planimetrischen Messungen.				M	S	M	S	S	M	S	M	S
I	W. 1 u. 2	In gewöhnlicher Hitze gewalzt	1—4	44,5	50,8	55,5	49,2	8,7	39,2	36,3	60,8	63,7
II	W. 3 u. 4	Vor den beiden letzten Stichen abgekühlt, bis Fußränder dunkelroth, Kopf hellroth	5—8	45,0	46,7	55,0	53,3	5,0	41,0	41,2	59,0	58,8
III	W. 5 u. 6	Abgekühlt bis Fußränder kaum noch dunkelroth, Kopf beginnend dunkelroth	9—12	40,7	43,3	59,3	56,7	4,3	48,2	50,7	51,8	49,3
		Wirkung des kälteren Walzens.										
		II/I . 100	—	101	92	99	109	57	105	114	97	92
		III/I . 100	—	92	86	107	115	49	123	140	85	77
		Vergleiche:		Kopf = 100					Steg/Kopf .			
I	W. 1 u. 2	wie oben	1—4						88	72	109	129
II	W. 3 u. 4		5—8						91	88	107	110
III	W. 5 u. 6		9—12						118	117	87	87

rſuchsergebniſſe.

und 3.

		Fuß								Mittelwerthe							
dszahlen		Spannungen			Formänderungen		Zuſtandszahlen			Spannungen			Formänderungen		Zuſtandszahlen		
$/\sigma_B$	Z	σ_P	σ_S	σ_B	$\delta_{11,3}$	q	σ_P/σ_B	σ_S/σ_B	Z	σ_P	σ_S	σ_B	$\delta_{11,3}$	q	σ_P/σ_B	σ_S/σ_B	Z
547	0,366	—	35,5	62,8	20,6	41,4	—	0,558	0,368	[26,5]	34,2	61,8	20,5	43,8	[0,432]	0,553	0,370
556	[0,425]	—	37,7	66,0	23,0	38,1	—	0,571	0,403	[20,4]	35,7	64,2	[22,6]	[40,2]	[0,322]	0,556	[0,400]
558	0,409	[29,7]	37,8	65,3	23,1	36,7	0,455	0,578	0,400	[23,6]	36,3	64,6	22,1	38,5	0,368	0,561	0,394
102	[116]	—	106	105	112	92	—	103	110	[77]	104	104	[110]	[92]	[74]	100	[108]
102	112	—	106	104	112	88	—	104	109	[89]	106	104	108	88	[85]	102	106
		Fuß/Kopf . 100															
99	98	—	105	103	99	88	—	101	98								
102	[111]	—	110	105	110	95	—	104	105								
102	109	[150]	109	104	114	102	146	106	107								

Flecke	a färbbar		b + c nicht färbbar		c Flecke	a färbbar		b + c nicht färbbar		c Flecke
S	M	S	M	S	S	M	S	M	S	S
3,3	49,5	57,2	50,5	42,8	5,4	44,4	48,1	55,6	51,9	5,8
1,5	—	55,0	—	45,0	7,3	43,0	47,6	57,0	52,4	4,6
—	47,5	55,3	52,5	44,7	6,5	45,5	49,8	54,5	50,2	3,6
45	—	96	—	105	135	97	99	103	101	79
—	96	97	104	104	121	103	103	98	97	62
	Fuß/Kopf . 100									
38	111	113	91	87	62					
30	—	118	—	84	146					
—	117	128	88	79	152					

keineswegs eine größere Zuverlässigkeit beimißt, als den durch Schätzung gewonnenen. Bei den hier gezogenen Schlußfolgerungen sind daher Mittelwerthe aus beiden Verfahren im Auge behalten; außerdem wird auch vorwiegend von dem färbbaren Bestandtheil a gesprochen werden, weil ja b sich genau umgekehrt verhalten muß.

Die Verhältnißzahlen über die Wirkung der Abkühlung vor dem Fertigwalzen ergaben etwa Folgendes:

> Der Flächenantheil der färbbaren Gefügeelemente (a) scheint sich mit dem Grade des kälteren Walzens nur sehr wenig zu verändern. (Er nimmt bei Gruppe II um etwa 3% ab, bei Gruppe III um etwa 3% zu; diese Zahlen liegen aber wohl noch innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler.)

Aus den Verhältnißzahlen über die Gefügeverhältnisse in den einzelnen Profiltheilen (letzte Zahlenreihen in Abschn. 2, Tab. 4) kann man ableiten:

> Der Flächenantheil der färbbaren Gefügeelemente (a) scheint innerhalb der Gruppen I und II im Steg (gegen Kopf gerechnet) um etwa 10% abzunehmen, dagegen im Fuß um etwa 15% zuzunehmen. (Ob diese Unterschiede auch als Folgen der mechanischen Bearbeitung anzusehen sind, kann einstweilen noch nicht entschieden werden.) In Gruppe III nimmt der Flächenantheil von a im Steg um etwa 17 im Fuß um etwa 22% zu.

Schlußbemerkungen.

Zieht man das Endergebniß aus der ganzen Untersuchung, so muß als erwiesen betrachtet werden, daß

> beim Abkühlenlassen der Schienen (vermuthlich Thomasflußeisen) vor den letzten beiden Stichen die Festigkeitseigenschaften, wie es scheint, um ein Geringes verbessert werden können; ob aber diese Verbesserung groß genug ist, um etwaigen Mehraufwand an Kapital zu rechtfertigen, entzieht sich der Beurtheilung um so mehr, als ja noch nicht feststeht, ob die Schienen durch Erhöhung der Festigkeitseigenschaften auch zugleich widerstandsfähiger gegen Abnutzung werden.
>
> In welchem Grade die Festigkeitserhöhung von der Veränderung der Gefügeverhältnisse abhängig ist, läßt sich augenblicklich noch nicht zahlenmäßig feststellen, weil die Versuche sich nur auf wenige Objekte beziehen und Erfahrungen anderweitig noch nicht gemacht werden konnten.

Wenn auch Messungen über die Korngrößen aus früher angegebenen Gründen nicht gemacht werden konnten, so ergiebt sich doch beim Vergleich der Mikrophotographien, daß man im Allgemeinen berechtigt ist, zu sagen, daß mit abnehmender Walzhitze die Korngröße abnimmt. Trifft dies zu, so trifft im Allgemeinen auch der Sauveursche Satz zu, daß mit abnehmender Korngröße die Festigkeit und die Dehnbarkeit wächst. In welchem Maße das der Fall ist, kann aber nur durch weitere Ausdehnung der Versuche ermittelt werden, wobei zugleich auch die Methoden sich wesentlich vervollkommnen lassen würden.

Zum Schluß sei übrigens noch darauf aufmerksam gemacht, daß es an sich wohl keineswegs gleichgiltig sein dürfte, ob man die Schienen vor dem Fertigwalzen in den beiden letzten Stichen in Ruhe abkühlen läßt, oder ob der ganze Prozeß mit kälterem Material in allen Kalibern durchgeführt wird.

2. Vergleichende Untersuchungen mit preußischen Normalsanden von Freienwalde.

Vom Abtheilungsvorsteher, Ingenieur M. Gary.

Innerhalb des Vereins deutscher Portlandcementfabrikanten wurde angeregt, bei Gelegenheit der Revision der Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandcement auch der Frage des Normalsandes eingehende Aufmerksamkeit zu widmen und zu erwägen, ob der bis jetzt benutzte, aus Freienwalde bezogene und zwischen Sieben von 60 und 120 Maschen für das qcm abgesiebte Normalsand den heutigen Anforderungen noch entspricht oder zweckmäßig durch einen anderen, etwa feineren Sand zu ersetzen sei.

Da ferner Zweifel darüber entstanden, ob der gegenwärtig aus dem Handel bezogene preußische Normalsand noch dieselben Eigenschaften besitzt, wie der Normalsand aus früheren Jahren, so wurde eine besondere Kommission mit Versuchen zur Lösung der entstandenen Fragen betraut und beschlossen, die Kommission solle die erforderlichen Versuche gemeinsam mit der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt ausführen.

Von der Wahl eines anders zusammengesetzten, insbesondere feineren Normalsandes nahm die Kommission von vornherein Abstand, weil es nicht erforderlich schien, die zu erzielenden Normalfestigkeiten noch höher zu schrauben, als sie jetzt schon — im Gegensatz zu anderen Ländern, die für die Festigkeit günstiger zusammengesetzte Normalsande verwenden — stehen, und weil ein Bedenken darin gefunden wurde, durch eine plötzliche, nicht ausreichend begründete Aenderung des Normalsandes die Ergebnisse zahlloser, bisher ausgeführter Versuche zu entwerthen, indem man sie dem direkten Vergleich mit neuen Ergebnissen entzieht.

Der Normalsand von Freienwalde, abgesiebt zwischen Sieben von 60 und 120 Maschen für ein Quadratcentimeter, sollte deshalb auch für die Zukunft beibehalten werden, vorausgesetzt, daß die anzustellenden Versuche keine erheblichen Mängel an diesem Sande aufdeckten.

Es wurde beschlossen:

1. den im Herbst 1895 vom Chemischen Laboratorium für Thonindustrie bezogenen Normalsand mit zwei Proben, welche aus dem Jahre 1890 stammen und im Besitze der Herren Dr. Tomëi-Finkenwalde und Dr. Schumann-Amöneburg sich befinden, zu vergleichen;
2. die Sandgruben in Freienwalde a. O. zu besichtigen, aus ihnen Proben zu entnehmen und eingehend zu untersuchen.

I. Untersuchung dreier preußischer Normalsande aus den Jahren 1890 und 1895.

Es handelt sich:

1. um einen von der Stettiner Portlandcementfabrik in Züllchow i. P. aus der Grube von Kirschbaum-Springe in Schiffmühle bei Freienwalde bezogenen, gesiebten und gewaschenen, im Handel käuflichen Normalsand, der durch die Versuchsanstalt im Herbst 1895 vom Chemischen Laboratorium für Thonindustrie in Berlin angekauft wurde;
2. um einen Sand, der im Jahre 1890 von Herrn Dr. Schumann-Amöneburg auf demselben Wege bezogen wurde;
3. um einen Sand, von Herrn Dr. Tomëi-Finkenwalde zur Verfügung gestellt, und angeblich aus einem größeren Vorrath Normalsand stammend, den sich die

Portlandcementfabrik „Stern“ in Finkenwalde aus einer größeren Sendung Rohsand der Grube von Henneberg & Co. zu Freienwalde selbst hergestellt hat.

Diese drei Sande wurden in der Versuchsanstalt auf ihre Zusammensetzung untersucht und folgende Ergebnisse wurden gefunden:

	Normalsand 1895 Versuchsanstalt %	Normalsand 1890 Dr. Schumann %	Normalsand 1890 Dr. Tomëi %
Glühverlust	0,10	0,11	0,13
In Salzsäure lösliche Substanz	0,11	0,11	0,19
Abschlämmbare Substanz nach dem Behandeln mit Salzsäure	0,05	0,05	0,03

Diese Ergebnisse lassen eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung zwischen den drei Sanden erkennen, Glühverlust, lösliche und abschlämmbare Substanz sind bei allen drei Sanden gering.

Größere Unterschiede zeigten die Sande in Bezug auf Zusammensetzung nach Korngröße. Durch das 81 Maschensieb ließen sich die Sande in folgenden Verhältnissen in zwei Korngrößen scheiden:

Normalsand	Rückstand auf dem Siebe von 81 Maschen %	Rückstand zwischen 81 und 120 Maschen %
1895 Versuchsanstalt	17,7	82,3
1890 Dr. Schumann . . .	26,5	73,5
1890 Dr. Tomëi	34,5	65,5

Es ist hieraus ersichtlich, daß das Verhältniß des Siebgroben zum Siebfeinen bei dem Sande der Versuchsanstalt rund wie 1 : 4, bei dem Sande des Herrn Dr. Schumann rund wie 1 : 3 und bei dem Sande des Herrn Dr. Tomëi rund wie 1 : 2 sich stellt.

Es war nun noch zu ermitteln, ob etwa die Sande in Färbung oder Oberflächenbeschaffenheit der Körner erhebliche Unterschiede aufweisen.

Zu diesem Zwecke wurden Durchschnittsproben der durch das 81 Maschensieb geschiedenen Körner in kleinen Mengen neben einander auf Objektgläschen aufgekittet und bei auffallendem Lichte in zehnfacher linearer Vergrößerung photographirt.

Die in Taf. III zusammengestellten wieder auf etwa sechsfache Vergrößerung verkleinerten Photographien zeigen keine erheblichen Unterschiede in der äußeren Gestaltung der einzelnen Sandkörner. Die Sandkörner bestehen zum größten Theile aus scharfkantigen bis rundlichen Quarzstückchen von Glashelle bis zu milchweißer Trübung.

Die Analyse des Normalsandes der Versuchsanstalt ergab:

99,06 % Kieselsäure,
0,84 % Eisenoxyd und Thonerde,
0,10 % Glühverlust.

Von der Analyse der beiden anderen Sande wurde Abstand genommen.

Die Uebereinstimmung der Eigenschaften dieser drei Sande wurde schließlich noch durch gemeinsam ausgeführte Festigkeitsversuche bestätigt. Es wurden nämlich von den Mitgliedern der Kommission (den Herren Dr. Schumann-Amöneburg, Dr. Goslich-Züllchow, Dr. Tomëi-Finkenwalde) und von der Versuchsanstalt die drei Sande auf ihre Zug- und Druckfestigkeit in einer Mischung von 1 Theil von Dr. Schumann geliefertem Cement und 3 Theilen Normalsand nach 7 und 28 Tagen normengemäßer Erhärtung geprüft, und zwar wurden die Mörtel, um den Einfluß der Höhe des Wasserzusatzes auf die Erhärtung des Mörtels festzustellen, mit $9^1/_2$ und mit 10% Wasser angemacht.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind in nachstehender Tabelle 1 (Seite 106 und 107) zusammengefaßt.

Leider reichten die zur Verfügung stehenden Cement- und Sandmengen nicht aus, um überall je 10 Zug- und 10 Druckprobekörper anzufertigen, so daß die Versuchsreihen vielfach Lücken zeigen. In der Versuchsanstalt wurde von der Herstellung von Druckproben überhaupt abgesehen, da es nicht möglich war, die volle Anzahl der Würfel herzustellen.

In der Tabelle fallen sogleich die großen Unterschiede in den Festigkeiten auf, welche an den verschiedenen Versuchsstellen mit denselben Sanden gefunden wurden. Die Ursachen dieser Unterschiede zu ermitteln, ist hier nicht der Ort, es sind zu diesem Zwecke besondere umfangreiche Versuchsreihen eingeleitet worden, über welche später berichtet werden wird.

Hier interessirt zunächst der Vergleich der drei Sande, welcher ergiebt, daß im Durchschnitt keine nennenswerthen Unterschiede in der Festigkeit der drei Cementmörtel gefunden wurden.

Es ergab nämlich der mit 10% Wasser angemachte Mörtel im Mittel aus allen Versuchen der vier Versuchsstellen:

Herkunft des Sandes	Zugfestigkeit		Druckfestigkeit	
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
Versuchsanstalt	20,3	25,9	164	197
Dr. Schumann . .	19,9	24,8	—	220
Dr. Tomëi	19,5	25,2	182	257

Und der mit $9^1/_2$% Wasser angemachte Mörtel

Herkunft des Sandes	Zugfestigkeit		Druckfestigkeit	
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
Versuchsanstalt	20,8	27,1	174	249
Dr. Schumann . .	21,1	25,3	162	245
Dr. Tomëi	20,4	27,5	191	260

Wie vorauszusehen war, stellen sich die mittleren Festigkeiten bei dem geringeren Wasserzusatz von $9^1/_2$% etwas höher als bei 10% Wasser.

Von den drei Sanden zeigt nur der Sand von Dr. Tomëi eine höhere Druckfestigkeit, die vielleicht der größeren Menge des Siebgroben in diesem Sande zuzuschreiben ist.

Ueber den größeren oder geringeren Einfluß der verschiedenen Korngrößen im Normalsand sind besondere Versuche angestellt und weitere eingeleitet worden.

Tabelle 1. Vergleich
1 Cement :

Versuchsstelle	Sand von 1895 (Kgl. Versuchsanstalt)								Sand	
	10% Wasser				9½% Wasser				10%	
	Zug		Druck		Zug		Druck		Zug	
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
Dr. Goslich, Züllchow i. P.	19,6	24,4	162	195	21,0	28,0	158	228	17,1	22,5
	18,2	28,1	148	223	19,3	27,5	157	238	16,5	22,5
	19,4	24,9	162	152	19,4	29,0	155	207	17,4	20,6
	18,3	26,5	165	212	21,5	25,3	141	232	17,4	23,1
	17,2	24,5	157	200	20,7	25,7	141	195	17,4	23,0
Mittel	**18,5**	**25,7**	**159**	**196**	**20,4**	**27,1**	**150**	**220**	**17,2**	**22,3**
Dr. Tomëi, Finkenwalde	22,5	24,5	—		20,5	27,0	—		22,5	28,5
	24,5	26,0	—		21	29,5	—		21,5	29,0
	22,5	27,5	—		19,5	30,0	—		23	28,0
	21,5	27,0	—		22	28,5	—		23	26,5
	22,5	30,0	—		21	26,5	—		20	26,5
	21,0	30,5	152	200	21	31,5	160	230	26	26,0
	22,5	29,5	150	194	21	27,5	170	228	21,5	26,0
	21	28,5	146	200	19,5	30,0	166	236	22,5	28,0
	21,5	28,0	150	192	18,5	30,0	170	234	20,5	27,5
	20,5	29,0	148	200	20	26,0	172	230	21,5	26,0
Mittel	**22,0**	**28,05**	**149,2**	**197,2**	**20,4**	**28,65**	**167,6**	**231,6**	**22,2**	**27,2**
Dr. Schumann, Amöneburg	20,5	24,5	183		21,5	27	207	304	20	25,0
	19	25,5	180		21	26	200	291	19	23,5
	21	24	185		22	27,5	208	283	20,5	25,0
	20,5	25	190		22,5	27	202	294	20	24,0
	20	25,5	182		21,5	26	205	302	19	23
	19,5	24	178		21,5	28	209	298	19	24,5
	21	25	185		21	27,5	201	292	20	25
	19,5	24,5	191		22	26,5	210	285	20	24
	20	25	184		21	28	206	305	18,5	23,5
	21	23,5	187		22,5	27,5	207	300	19	25
Mittel	**20,2**	**24,65**	**184,5**		**21,65**	**27,1**	**205,5**	**295,4**	**19,5**	**24,25**
Königl. Versuchsanstalt, Charlottenburg	19	23,5			21,5	25,0			21,5	26,3
	21	23,6			21	26,0			22	23,5
	22	26,7			21	24,7			19,5	25,5
	24	26,2			18	26,2			24	26,0
	19	25,5			19,5	24,0			18,5	24,0
	20,5	26,3			21,5	24,2			19,5	25,3
	19,5	26,5			22	27,0			20	27,6
	21	25,0			22,5	25,3			19,5	26,7
	20	24,1			22,5	25,0			19,5	23,0
	19	23,3			18	26,7			20,5	25,0
Mittel	**20,5**	**25,1**			**20,8**	**25,4**			**20,5**	**25,3**

II. Untersuchung von Sandproben, welche aus zwei Freienwalder Gruben entnommen wurden.

Am 14. Dezember 1895 besichtigte die Kommission für die Prüfung der Normalsandfrage

1. die Sandgrube von Kirschbaum-Springe in Schiffmühle bei Freienwalde, an der alten Oder gelegen, aus welcher bis jetzt der preußische Normalsand gewonnen wird;

dreier Normalsande.

3 Sand.

von 1890 (Dr. Schumann)						Sand von 1890 (Dr. Tomëi)							
Wasser		9½% Wasser				10% Wasser				9½% Wasser			
Druck		Zug		Druck		Zug		Druck		Zug		Druck	
7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
	232	17,9	24,0		218	15,7	24,5	182	227	17,0	25,5	185	225
	212	17,0	23,5		236	14,6	25,0	187	248	16,2	26,4	180	280
	224	16,7	22,7		265	15,3	24,5	172	275	16,7	27,0	172	256
	210	17,7	19,2		225	14,7	23,5	175	241	18,3	24,1	168	214
	222	16,2	21,1		253	16,7	25,0	184	257	18,0	24,2	193	259
	220	**17,1**	**22,1**		**239**	**15,4**	**24,5**	**180**	**249**	**17,2**	**25,4**	**180**	**247**
		27	27,5	—		—		—		—		—	
		23	28,5	—		—		—		—		—	
		25	26,0	—		—		—		—		—	
		27	27,0	—		—		—		—		—	
		24,5	25,0	—		—		—		—		—	
		23,5	26,5	166		26	27,5	—		24,5	33,0	—	
		23	27,0	160	210	23	30,0	—		26	33,5	—	
		22,5	29,0	160	220	23,5	30,5	184	240,0	25,5	32,0	188	234
		21,5	27,5	166	210	24	32,5	186	250,0	24,5	34,0	180	234
		22	28,0	160	210	27,5	26,0	180	244,0	24,5	32,5	190	236
		23,9	**27,2**	**162,2**	**212,5**	**24,8**	**29,9**	**183,3**	**244,7**	**25,0**	**33,0**	**186,0**	**234,7**
		20	25,5		289	19	25	181	272	21,5	28	211	307
		21	26		280	20	26	184	267	21	26,5	200	293
		20,5	26,5		283	21	25	179	280	22	27	209	301
		20	27		290	19	24,5	187	281	20,5	28	198	290
		21	26		270	20,5	26	182	275	21	27,5	204	311
		20,5	27		293	20	24	178	265	22	27,5	212	305
		21	25,5		275	21	24,5	185	295	21	27,0	203	287
		22	26		285	20,5	25	188	294	22,5	27,5	201	304
		21	27		—	19,5	26	180	261	20,5	28,0	210	296
		21,5	26,5		—	20,0	24	184	281	22	27,0	208	300
		20,85	**26,3**		**283,1**	**20,05**	**25,0**	**182,8**	**277,1**	**21,4**	**27,4**	**205,6**	**299,4**
		25	27,5			17,0	25,0			19,5	24,5		
		22,5	26,0			17,5	23,0			20,5	23,6		
		22,5	25,5			17,5	20,8			19,8	22,0		
		25	23,2			19,5	22,7			17,5	26,1		
		21	24,5			19	22,2			16,2	25,2		
		20	25,5			18,5	24,5			18,8	23,1		
		21	24,1			18,3	21,0			17,5	23,6		
		21	29,0			16,5	20,0			17,5	24,5		
		25	23,2			16,8	21,3			17	22,8		
		22	28,7			16,8	20,0			16,5	24,3		
		22,5	**25,7**			**17,7**	**22,1**			**18,1**	**24,0**		

2. eine Grube, gepachtet seitens der Firma Henneberg & Co. in Freienwalde und auf städtischen Grundstücken bei Hammerthal in dem Freienwalder Stadtforst, unweit Kietz und Freienwalde gelegen.

In beiden Gruben wird ein Vorkommen von reinem Quarzsande ausgebeutet, das dem Tertiär, insbesondere der miocänen Braunkohlenbildung angehört, also, wie die Schichten der märkischen Braunkohlenbildung überhaupt, eine Süßwasserbildung ist.

Die Grube in Schiffmühle liegt auf einem verhältnißmäßig beschränkten Grundstück, nahe der alten Oder, welches an dem fiskalischen Forst einerseits und der an der alten Oder entlang führenden Landstraße andererseits seine Grenze findet. Senkrecht zur Landstraße verlaufen die Grenzen der Nachbargrundstücke. Die im Grundriß hufeisenförmig in den Berg hinein abgebaute nutzbare Wand hat etwa 7 m Mächtigkeit, ist aber in der Zusammensetzung außerordentlich verschieden. Nicht nur wechseln die horizontalen Schichtungen ziemlich stark zwischen gröberem und feinerem Korn, beziehungsweise Schluff, sondern es sind auch nebeneinander ohne scharfe Abgrenzung im Wesentlichen drei verschiedene Bildungen des Sandes mit dem bloßen Auge erkennbar.

Der vor der Grubenwand stehende Beschauer sieht links die Schichten von oben bis unten grau bis dunkelbraun gefärbt; nach der Mitte der Grubenwand zu ist der Sand hellgrau bis weiß und geht nach der rechten Seite zu in einen stark eisenschüssigen und daher vorwiegend gelb gefärbten Sand über.

Bei dem geringen Umfange der Grube muß der Besitzer darauf sehen, diese verschiedenen Schichtungen beim Abbau möglichst gleichmäßig zu verwerthen. Es wird deshalb die Grubenwand von oben an, nachdem der Abraum entfernt ist, so abgestochen, daß alle Schichten durcheinander fallen und auf der Grubensohle gleichzeitig entfernt werden können. Die Mächtigkeit des über dem nutzbaren Sande anstehenden lehmigen Abraumes ist sehr wechselnd, scheint aber mit dem fortschreitenden Abbau der Grube erheblich zu wachsen; auch sind die Grenzen des Grundstückes bald erreicht und der Neuerwerbung von Nachbargrundstücken, welche dieselbe Sandformation aufweisen, stellen sich anscheinend Schwierigkeiten entgegen. Aber auch wenn das unmittelbar benachbarte Grundstück in den Abbau mit eingezogen würde, ist voraussichtlich das verwendbare Material der Grube in wenigen Jahren erschöpft, da das Vorkommen nach hinten zu stark einfällt, wie aus dem Profil einer früher betriebenen Grube des zweiten Nachbars bekannt ist.

Es scheint deshalb nothwendig zu sein, Umschau nach einer anderen Grube zu halten, welche voraussichtlich auf Jahre hinaus die Gewinnung einer großen Menge gleichmäßigen Normalsandes gestattet. Eine solche wurde in der von der Stadt Freienwalde gepachteten Sandgrube der Herren Henneberg & Co. in Freienwalde vermuthet.

Die Besichtigung dieser Grube ergab Folgendes: Die Grube besitzt eine erhebliche Ausdehnung; die etwa 10 m mächtigen, nutzbaren Sandschichten setzen sich eine weite Strecke durch den bewaldeten Bergrücken fort, wie an Aufschlüssen an anderer Stelle ersichtlich ist.

Die Sandschichten sind nach dem Augenscheine ziemlich gleichmäßig, rein weiß, auf der linken Seite der Grubenwand nur in geringem Maße von Schluffadern durchzogen, auf der rechten Seite etwas mehr. Die Mitte der Wand nimmt ein senkrecht einziehender Kegel von Schluff und lehmigem Sand ein, der entfernt werden muß. Auf beiden Seiten dieses Kegels (oder dieser Ader) ist reiner Quarzsand in großen Mengen leicht zu gewinnen.

Ein Nachtheil der Grube besteht darin, daß sie ziemlich weit vom schiffbaren Wasser entfernt liegt. Der Transport ließe sich indessen dadurch beschränken, daß die Aussiebung des Normalsandes zwischen dem 60 und 120 Maschensieb im Rohen schon in der Grube vorgenommen würde.

Aus jeder der beiden besichtigten Gruben habe ich von je drei besonders charakteristischen Stellen einen Beutel mit Sand entnommen und in der Versuchsanstalt auf Zusammensetzung untersucht.

Diese Proben sind:

A. Grube von Kirschbaum-Springe, Schiffmühle:

1. Graue Schichten (links),
2. Weiße „ (Mitte),
3. Gelbe „ (rechts).

B. Grube von Henneberg & Co., Freienwalde, (Freienwalder Stadtforst bei Hammerthal).

4. Sand aus einer anscheinend ziemlich reinen Stelle der Grubenwand links,
5. Absichtlich ungünstig gewählte Probe mit schluffigen Streifen und Eisenadern, rechts,
6. Zum Verladen für die Zwecke der Chamottefabrik ausgesetzter Sand.

Die grubenfeuchten Sandproben wurden getrocknet, geschlämmt, wieder getrocknet und zur Bestimmung der Ausbeute von Normalsand auf Sieben von 60 und 120 Maschen für 1 qcm abgesiebt.

Die Ergebnisse der Versuche auf Verunreinigung, Ergiebigkeit und Korngröße sind in nachstehender Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2.

Grube	Probe	Ausgeschlämmte Substanz %	Aus dem gewaschenen und getrockneten Rohsande gewonnener Normalsand %	Normalsand zerlegt durch das 81 Maschensieb		Färbung des gewonnenen Normalsandes
				Rückstand %	passirt %	
A. Schiffmühle	1	0,75	18,8	72,7	27,3	braun
	2	0,62	46,1	48,3	51,6	grau
	3	0,62	37,6	44,7	55,3	gelb
	Mittel	0,66	34,2	55,2	44,7	
B. Hammerthal	1	0,69	37,8	43,7	56,3	grauweiß
	2	0,75	29,3	43,0	57,0	grauweiß
	3	0,53	35,3	47,9	52,1	grauweiß
	Mittel	0,66	34,1	44,9	55,1	

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß die Verunreinigung aller Sandproben aus beiden Gruben durch ausschlämmbare Substanz nahezu gleich und sehr gering ist. Größere Verschiedenheit weist die Ausbeute an Normalsand auf. Während in der Grube Schiffmühle die braunen Schichten nur 18,8 %, die grauweißen mittleren Schichten dagegen 46,1 % Normalsand ergeben, ist in der Grube Hammerthal die Ausbeute an Normalsand an der ungünstigsten Stelle 29,3 %; die mittlere Ausbeute ist in beiden Gruben gleich, nämlich rund 34 %.

Der aus den 6 Rohsandproben gewonnene Normalsand, durch das 81 Maschensieb zerlegt, weist in der Grube Schiffmühle erheblichere Verschiedenheiten der Korngrößen auf als in Grube Hammerthal. Das Verhältniß vom Siebgroben zum Siebfeinen im Normalsand, welches in der Grube Schiffmühle sich durchschnittlich wie 55 : 45 stellt, ist in Grube Hammerthal genau das umgekehrte. Die Färbung des Sandes wechselt, wie schon aus den rohen Sandproben und in der Grube selbst zu ersehen war, in Grube Schiffmühle

mit den einzelnen Schichten sehr erheblich, während sie in Grube Hammerthal gleichmäßig grauweiß ist.

Auch diese sechs Normalsandproben sind, durch das 81 Maschensieb gesondert, auf Objektgläschen gekittet und in 10facher Vergrößerung photographirt worden. Wie die Tafel III zeigt, weist die Oberflächenbeschaffenheit der einzelnen Sandkörner keine sehr erhebliche Verschiedenheit auf.

Die Unterschiede in der Färbung der Photographien beruhen nicht allein auf der verschiedenen Färbung der Sandproben, sondern sind zum Theil durch die verschiedene Dichte der photographischen Negative bedingt. Dennoch ist auch aus den Photographien ersichtlich, daß die Sande der Grube Hammerthal eine gleichmäßigere helle Färbung besitzen. —

Nach allen diesen Versuchen erscheint die Grube Hammerthal für die Gewinnung eines gleichmäßigen Normalsandes geeigneter als die Grube Schiffmühle, und zwar:

1. weil die ausgedehnten Sandlager in Hammerthal eine große Ausbeute an Normalsand auf eine lange Reihe von Jahren hinaus in gleichmäßiger Beschaffenheit gewährleisten,
2. weil die Gleichmäßigkeit der Sandablagerung in Hammerthal in Bezug auf Korngröße und -Färbung eine größere ist,
3. weil der Normalsand aus Hammerthal eine größere Menge Siebfeines (Sand zwischen 81 und 120 Maschen) enthält und somit dem bisher gebräuchlichen Sande näher kommen würde.

III. Einfluß der Korngrößen.

Bei den vorstehend geschilderten Untersuchungen fiel es auf, daß das Verhältniß des Siebgroben zum Siebfeinen bei den drei, dem Handel entnommenen Normalsanden und den sechs, direkt aus der Grube gewonnenen Normalsanden ein so außerordentlich verschiedenes war.

Es hatte:

der Normalsand von		Grobes	Feines
der Versuchsanstalt . . .		18	82
Dr. Schumann		27	73
Dr. Tomëi		35	65
Mittel		27	73
Schiffmühle	1	73	27
	2	48	52
	3	45	55
	Mittel	55	45
Hammerthal	1	44	56
	2	43	57
	3	48	52
	Mittel	45	55

Es mußte demnach interessiren festzustellen, ob und in wie weit die Menge des Siebfeinen oder des Siebgroben im Normalsande die Festigkeitsergebnisse beeinflußt. Deshalb habe ich mit einem Portland-Cement des Handels eine Reihe von Versuchen angestellt, indem ich ihn im Verhältnisse 1:3 mischte:

1. mit einem 1895 aus dem Handel bezogenen Normalsande,
2. mit dem aus diesem Normalsande durch das 81 Maschensieb abgesiebten feinen Korn,
3. mit dem auf dem 81 Maschensiebe liegen gebliebenen groben Korn.

Der Normalsand wurde im Anlieferungszustande benutzt und enthielt 6% durch den Transport zerriebenen Sand, welcher beim Absieben auf dem 120 Maschensiebe dieses Sieb passirte, aber mit verarbeitet wurde. Dies geschah, nachdem durch besondere Versuchsreihen ermittelt war, daß die geringe Menge des absiebbaren Feinsten keinen Unterschied in der Festigkeit veranlaßt[1]).

Es ergab nämlich:

	Zugfestigkeit 1:3			
	Mit 10% Wasser		Mit 9,5% Wasser	
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage
Normalsand im Anlieferungszustande . .	19,5	25,4	21,4	24,4
Auf dem 120 Maschensieb nachgesiebter Normalsand .	20,5	25,1	20,9	25,4

Im Ganzen stellte sich das Verhältniß des Siebgroben zum Siebfeinen in diesem Sande wie 17,7 : 82,3, entsprach also dem Sande der Versuchsanstalt aus den Versuchsreihen unter I. Der Cement war ein normaler Portland-Cement. Bei Herstellung der Proben betrug die Wärme der Luft 19 C°, die Wärme des Wassers 17 C°, die Feuchtigkeit der Luft 60%.

Zur Kennzeichnung der verschiedenen Körnungen des Sandes wurde bestimmt:

1. das spezifische Gewicht s,
2. das Raumgewicht ermittelt an einem Liter
   a) in lose eingefülltem Zustande R_r,
   b) in fest eingerütteltem Zustande R_r;

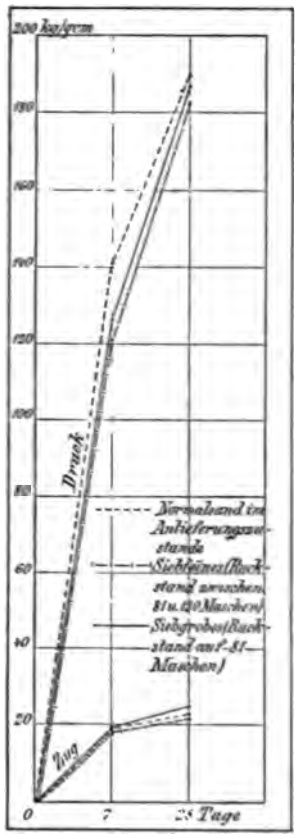
hieraus wurde berechnet der Dichtigkeitsgrad

$$d_r = \frac{R_r}{s}$$

und der Undichtigkeitsgrad, die Menge der Hohlräume im fest eingerüttelten Sande

$$u_r = 1 - \frac{R_r}{s}.$$

[1]) Trotzdem ist es in der Versuchsanstalt üblich, den zu den auf Antrag auszuführenden Versuchen bestimmten Normalsand auf dem 120 Maschensieb nachzusieben, um die Sicherheit der völligen Gleichmäßigkeit des Normalsandes zu haben, in welchem sich gelegentlich auch größere Mengen zerriebene Körner vorfinden.



Es ergaben sich dabei folgende Werthe:

	Normalsand im Anlieferungszustande	Siebfeines, Rückstand zwischen 120 und 81 Maschen	Siebgrobes, Rückstand zwischen 81 und 60 Maschen
s	2,65	2,65	2,65
R_f	1,397	1,389	1,390
R_r	1,678	1,677	1,676
b_r	0,633	0,633	0,632
u_r	0,367	0,367	0,368

Die spezifischen Gewichte der drei Sandarten sind somit gleich, der Unterschied zwischen den Litergewichten ist nahezu gleich Null. Die Ergebnisse der Festigkeitsuntersuchungen sind in nachstehender Tabelle zusammengefaßt und der leichteren Uebersicht wegen in Schaulinien aufgetragen. Sie sind nur gering, bestätigen aber wieder den bekannten Satz, daß eine angemessene Mischung von Siebfeinem zum Siebgroben im Sande die Festigkeit des Mörtels begünstigt.

Der verwendete Sand war	1 Gewichts-Theil Cement + 3 Gewichts-Theile Sand				
	Zugfestigkeit		Druckfestigkeit		Wasser %
	7 Tage	28 Tage	7 Tage	28 Tage	
Normalsand im Anlieferungszustande	18,8	22,8	140,9	190,0	9
Siebfeines	17,9	22,0	121,5	182,2	9
Siebgrobes	18,7	24,9	127,2	186,4	9

Weitere Versuchsreihen zur Ermittelung des Grades der Festigkeitsänderung bei wechselndem Gehalt an Siebfeinem und Siebgrobem im Normalsande sind in Aussicht genommen.

3. Veränderungen des Erstarrungsvermögens von Mineralölen.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung Dr. D. Holde.

Vor Kurzem war gezeigt worden[1]), daß das Erstarrungsvermögen einzelner dunkler Mineralöle durch schwaches Erhitzen der Oele, ja schon durch die Wärmeänderungen beim Transport, Lagern ꝛc., ganz erhebliche Aenderungen erleiden kann.

Zwei solcher Oele, ein tiefrothbraunes russisches Schmieröldestillat und ein residuenhaltiges undurchsichtiges russisches Waggonöl, welche im ursprünglichen Zustande bei — 15 C° im 15 mm weiten Reagensglas und im 6 mm weiten U-Rohr fließend waren, zeigten sowohl im Reagensglas als im U-Rohr bei — 15 C° salbenartig starre Beschaffenheit, wenn sie vor der Abkühlung auf 30°, bezw. 25° erhitzt worden waren.

Diese für die praktische Beurtheilung der Mineralschmieröle wichtigen Untersuchungen wurden nun auf ein größeres Versuchsmaterial ausgedehnt. Hierbei zeigten sich, was bisher noch nicht beobachtet worden war, bei einzelnen hellen, klar durchsichtigen Mineralölen ähnliche Veränderungen der Gefriergrenze der Oele, wie die oben gekennzeichneten.

In umfangreicher Weise konnten diese Veränderungen bei einem unter gewöhnlichen Verhältnissen bei — 15 C° noch flüssigen russischen Maschinenöle a verfolgt werden, weil sich die Aenderungen der Gefriergrenze durch Erhitzen hier nicht bloß bei — 15, sondern auch bei — 12 C°, — 10 und — 7 C° zeigten. Wegen seiner hellen, klar durchsichtigen Beschaffenheit, welche die etwaigen Ausscheidungen im Oel bequem zu beobachten gestattete, war dieses Oel ebenso wie die übrigen hellen Oele (b, c und d) von veränderlicher Gefriergrenze als besonders geeignet zu den Versuchen anzusehen.

1. Versuche mit Oel a.

Die allgemeinen Eigenschaften des Oeles waren folgende:

Tabelle 1.

Aeußere Beschaffenheit, im Reagensglas beobachtet	Flüssigkeitsgrad nach Engler, bezogen auf Wasser von 20 C° = 1 bei 20 C°	bei 50 C°	Spezifisches Gewicht bei 20 C° (Wasser von 4 C° = 1)	Flammpunkt C° Apparat Pensky	Säuregehalt	Sonstige Beobachtungen
klar durchsichtig, Farbe bräunlichgelb, blaugrüner Schimmer, Geruch sehr schwach nach Mineralöl	31,2	5,5	0,9040	161	säurefrei	In Petroleumbenzin klar löslich, Wasser und fremde Zusätze sind nicht zugegen.

Das Erstarrungsvermögen der erhitzten und nicht erhitzten Proben ergiebt sich aus folgenden Tabellen.

[1]) „Mittheilungen“ 1895. S. 253.

Tabelle 2.
a) Versuche im U-Rohr.

Versuchswärme in C°		— 15			— 12			— 10			— 7		
		Datum	Versuch Nr.	Aufstieg[1] mm	Datum	Versuch Nr.	Aufstieg mm	Datum	Versuch Nr.	Aufstieg mm	Datum	Versuch Nr.	Aufstieg mm
nicht erhitztes ursprüngliches Oel		4. 11. 95	1	10	8. 11. 95	1	20	9. 11. 95	1	24	12. 11. 95	1	26
			2	10									
			3	7									
		8. 11. 95	4	12					2	25		2	27
		9. 11. 95	5	13									
			6	12									
			7	13									
Oel vor den Versuchen ist 10 Min. erhitzt auf C°	30	8. 11. 95	1	12	8. 11. 95	1	20			—	—	—	—
	50	4. 11. 95	1	0	12. 11. 95	1	4	9. 11. 95	1	10,5	12. 11. 95[2]	1	20
			2	0									
	70	8. 11. 95	1	0	—	—	—			—	—	—	—
	100	8. 11. 95	1	0	8. 11. 95		2	9. 11. 95	1	9	12. 11. 95[2]	1	19

Tabelle 3.
b) Versuche im Reagensglas.

Versuchswärme	— 15			— 12			— 10		
	Datum	Versuch Nr.	Durchsicht und Konsistenz	Datum	Versuch Nr.	Konsistenz	Datum	Versuch Nr.	Konsistenz
nicht erhitztes Oel	12. 11. 95	1	klar durchsichtig, langsam fließend	12. 11. 95	1	langsam fließend	14. 11. 95	1	langsam fließend
		2	dsgl.		2	dsgl.		2	dsgl.
vor den Versuchen 10 Min. auf 50 C° erhitztes Oel[3]		1	klar durchsichtig, nicht fließend		1	nicht fließend		1	nicht fließend
		2	dsgl.		2	dsgl.		2	dsgl.

Wie die vorstehenden Versuche zeigen, erleidet das Oel durch verhältnißmäßig schwaches Erhitzen (bis auf 50 C°) ganz durchgreifende Aenderungen seines Erstarrungsvermögens, die im vorliegenden Falle, wo mechanische Ursachen ausgeschlossen sind, nur auf molekulare Um-

[1]) Die zwischen je zwei benachbarten Horizontallinien angegebenen Aufstiege wurden bei gleichzeitig in einer Salzlösung geprüften Oelproben festgestellt.

[2]) Die Proben standen zwischen der Erwärmung und dem Gefrierversuch 1 Tag bei Zimmerwärme.

[3]) Die am 12. 11. 95 geprüften erhitzten Oele hatten zwischen Erwärmung und Gefrierversuch 1 Tag bei Zimmerwärme gestanden.

lagerungen paraffinartiger Bestandtheile zurückgeführt werden können. Erwärmen auf 30 C° bewirkt noch keine Aenderungen im Erstarrungsvermögen des Oeles, während bei zweien der früher geprüften dunklen Oele bereits beim Erwärmen auf 25 C° eine Aenderung des Gefriervermögens beobachtet worden war. Bemerkenswert ist auch, daß das Oel völlig klar durchsichtig bleibt, während es schon ganz erstarrt ist; dieser kolloidal gallertartige Zustand in der Kälte ist bereits wiederholt bei russischen Mineralölen beobachtet worden.

2. Versuche mit den Oelen b—d.

Die übrigen der untersuchten hellen Mineralöle mit veränderlicher Gefriergrenze zeigten die folgenden allgemeinen Eigenschaften und Verschiebungen des Gefrierpunktes:

Tabelle 4.

Zeichen des Oeles	Aeußere Beschaffenheit, im Reagensglas beobachtet	Flüssigkeitsgrad nach Engler bez. auf Wasser von 20 C° = 1		Spez. Gewicht bei 20 C° (Wasser von 4 C° = 1)	Flammpunkt Apparat Pensky	SO_3	Sonstige Beobachtungen	Aufstiege im U-Rohr mm					
								0		— 3		— 5	
		20°	50°		C°			nicht erwärmtes Oel	10 Min. auf 50 C° erwärmt	nicht erwärmtes Oel	10 Min. auf 50 C° erwärmt	nicht erwärmtes Oel	10 Min. auf 50 C° erwärmt
b	grünlich gelb, mit blaugrünem Schein fluorescirend, klar durchsichtig, schwacher Mineralölgeruch	7,40	2,40	0,8598	194	säurefrei	fremde nicht mineralölartige Stoffe nicht vorhanden	—	—	20	0	0	0
c	bräunlich gelb, mit blaugrünem Schein fluorescirend, klar durchsichtig, schwacher Mineralölgeruch	7,70	2,46	0,8612	191	dsgl.	dsgl.	—	—	19	0	0	0
d	grünlich gelb, mit blaugrünem Schein fluorescirend, klar durchsichtig, schwacher Mineralölgeruch	5,24	2,03	0,8809	162	dsgl.	dsgl.	10,5 (31. 12. 95)	6 (31. 12. 95)	0	0	—	—
								22 (2. 1. 96)	3 (2. 1. 96)	—	—	—	—

Die Versuche vorstehender Tabelle zeigen, daß sich auch unter den dünnflüssigen hellen Mineralspindel- und Dynamomaschinenölen (wahrscheinlich amerikanischer Herkunft) Proben mit leicht veränderlicher Gefriergrenze finden. Auch zeigt das Oel d, wie dies früher bei dunklen russischen Oelen gezeigt wurde, im ursprünglichen Zustande geprüft, zu verschiedenen Zeiten ziemlich erhebliche Unterschiede im Fließvermögen.

In nachstehender Tabelle 5 ist schließlich eine größere Zahl von neueren Versuchen an verschiedenen meist dunklen Eisenbahnölen über den Einfluß des Erhitzens auf den Kältepunkt zusammengestellt, so daß nunmehr ein umfangreiches Versuchsmaterial über die aufgeworfene Frage vorliegt.

Tabelle 5.

NB. Wo keine beſonderen Angaben über die Farbe und Durchſicht der Oele gemacht ſind, handelt es ſich um dunkle, reſiduenhaltige Eiſenbahnöle.

Nr. des Oeles	Flüſſigkeitsgrad bei 20 C° (Waſſer von 20 C° = 1)	Flammpunkt C° (Tiegel)	Verhalten in der Kälte: C°	Verhalten in der Kälte: Aufſtieg im U-Rohr mm: unerhitzt	Verhalten in der Kälte: Aufſtieg im U-Rohr mm: 10 Min. auf 50 C° erhitzt	Sonſtige Bemerkungen
1	46,3	176	— 15	2 2	6	—
2	48,2	158	— 15	9 10	3,5	—
3	48,6	165	— 15	14 13	13	—
4	47,0	173	— 15	1,5 1,5	2	—
5	48,6	169	— 15	4,5 5,0	3	—
6	42,3	164	— 5	25 25	25	—
7	50,6	168	— 5	15 16	22	—
8	41,3	164	— 15	12 13,5	11	—
9	60,1	168	— 5	24	25	—
10	56,6	170	— 5	4,5	5	—
11	52,0	—	— 5	0	0	—
12	44,5	—	— 5	24	25	—
13	42,8	—	— 5	24,5	27	—
14	39,6	—	— 15	11,0 9,5	5,5	Friſche Proben
				8,5 4,5	0	Proben ſchon einmal zu den vorangehenden Verſuchen benutzt
				7,5	5,5	Friſche Proben
15	38,1	190 (Penſky)	— 10 — 15	16 2	14 0	bräunlich-gelbes helles Deſtillatöl
16	46,7	200 (Penſky)	— 10	2	3	bräunlich-gelbes helles Deſtillatöl
17	44,5	207 (Penſky)	— 10	0	0	helles bräunlichgelbes Deſtillatöl
18	44,9	194 (Penſky)	— 10	5	3	helles bräunlichgelbes Deſtillatöl
19	52,4	168	— 15	9 10	5	—
20	42,8	148	— 15	14 14	9,5	—
21	39,3	165	— 15	13	12,5	—
22	44,4	164	— 15	16	14	—
23	44,8	164	— 15	16	14	—
24	39,9	169	— 15	12,5	13	—
25	43,8	173	— 15	13	10	—
26	38,5	174	— 15	11	9	—
27	39,9	174	— 15	10,5	8	—
28	43,2	171	— 15	12 12	8,5 11,5	—
29	41,8	170	— 15	11 9,5	7 7,5	—
30	40,4	166	— 15	13	12,5	—
31	39,3	166	— 15	10	10	—

Wie bei früheren Verſuchsreihen zeigen ſich auch hier bei einzelnen Proben Verzögerungen oder Beſchleunigungen des Fließvermögens der Oele bei beſtimmten niederen Wärmegraden nach vorangegangener Erhitzung.

4. Der Einfluß des Ringbrenners auf die Erwärmung des Oeles beim Englerschen Apparat.

Von Dr. Holde und Dr. Schwarz.

In seiner Abhandlung „Umschau in der heimischen Mineralölindustrie“ [1]) spricht Wischin die Meinung aus, daß der am neuen Englerschen Apparat zur Erwärmung des Wasser- bezw. Oelbades angebrachte Ringbrenner eine wesentliche Verschlechterung des Apparats gegenüber der älteren Konstruktion bedeute. Durch den Ringbrenner soll nach Wischins Meinung eine einseitige Wärmeströmung im Oel und eine unzulässige Ausdehnung des Ausflußröhrchens stattfinden, wodurch eine Ueberhitzung des Oeles während des Ausfließens zu Stande komme. Statt dessen sollen die Versuche bei höheren Wärmegraden, z. B. 50 C°, ohne Brenner unter beständigem Nachgießen von heißem oder kaltem Oel zwecks Regulirung der Wärme ausgeführt werden — eine Operation, die bekanntlich eine ganz außerordentliche Erschwerung der Versuche mit sich führt. Zum Beweise dafür, daß in der That unter Anwendung des Ringbrenners unzulässige Erhitzung stattfindet, führt Wischin an, daß ein und dasselbe Oel, bei 50 C° unter Anwendung des Ringbrenners geprüft, in zusammenhängendem Strahl ausfloß, aber unter bloßem Nachgießen von warmem Oel zum Erwärmungsbade geprüft, in Tropfen ausfloß.

Wenn auch dem Einwand Wischins von vornherein nicht die von ihm angenommene Bedeutung beigemessen werden konnte, und der experimentelle Beleg seiner Ansicht mangels einer zahlenmäßigen Angabe über Ausflußzeit der Oele wenig stichhaltig erschien, so wurde nichts desto weniger eine genauere Untersuchung der Bedenken Wischins vorgenommen, um etwaige Zweifel über die Größe der erwähnten Fehlerquelle zu beseitigen.

Die zunächst bei 50 C° mit Wasserbad ausgeführten Versuche sind im Nachfolgenden, nach der Zähflüssigkeit der Oele geordnet, mitgetheilt.

Nr.	Versuchsausführung	Ausflußzeit in Sek.		Flüssigkeitsgrad bezogen auf Wasser von 20 C° = 1	Unterschied des mit Kranzbrenner bestimmten Flüssigkeitsgrades gegenüber dem ohne Kranzbrenner bestimmten in %
		Einzelwerthe	Mittel		
1	Mit Kranzbrenner	281 274,5 279,5	278,3	5,47	— 0,7
	Ohne Kranzbrenner	281 280	280,5	5,51	—
2	Mit Kranzbrenner	440 436,5 437,5	438	8,61	+ 0,2
	Ohne Kranzbrenner	436,5 438 437,5	437,3	8,59	—
3	Mit Kranzbrenner	980 963,5 975,5	973	19,12	— 1,4
	Ohne Kranzbrenner	984 988 987	986,3	19,38	—

Nach vorstehenden Ergebnissen, denen eine größere Zahl von Einzelversuchen zu Grunde liegt, kommt die von Wischin erwähnte Fehlerquelle für mäßig hohe Versuchswärme, z. B. 50 C°, nicht in Betracht, da die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Versuche mit und ohne Kranzbrenner sich innerhalb der üblichen geringen Fehler des Apparats bewegen.

[1]) Allgemeine Oesterreichische Chemiker und Technikerzeitung 1895, Nr. 10.

Es erschien aber nicht ausgeschlossen, daß bei einer wesentlich höheren Versuchswärme, z. B. bei 100 C° doch erheblichere Unterschiede bei dem verschiedenartigen Arbeiten gefunden wurden, und zu diesem Zweck wurden die nachfolgenden Versuche unter Benutzung eines Oel- oder Dampfwasserbades ausgeführt. Bemerkt sei, daß das Gleichhalten der Oelwärme auf 100 C° ohne Benutzung eines Brenners mit den größten Schwierigkeiten verknüpft ist.

Nr.	Versuchsausführung	Nr. des Apparates	Ausflußzeit in Sek.		Flüssigkeitsgrad bezogen auf Wasser von 20 C° = 1		Unterschied der auf verschiedenen Apparaten mit gleichen Oelen unter Anwendung des Kranzbrenners bestimmten Flüssigkeitsgrade in %	Unterschied des mit Kranzbrenner bestimmten Flüssigkeitsgrades gegenüber dem ohne Kranzbrenner bestimmten in %
			Einzelwerthe	Mittel	Einzelwerthe	Mittel		
4	Mit Kranzbrenner	III.	108 109	108,5	2,13	2,13	0,47	
		XI.	108 110	109	2,12			
	Ohne Kranzbrenner	III.	114 114	114	2,24	2,24	—	+ 4,9
3	Mit Kranzbrenner	III.	158,5 154,5 154,5	155,8	3,06	3,09	2,0	
		I.	157 [1] 158,5 [1]	157,7	3,12			
	Ohne Kranzbrenner	III.	162 161,5 163	162,2	3,19	3,19	—	+ 3,1

Wie die vorstehenden Versuche zeigen, ist bei 100 C° ein geringer Einfluß des Ringbrenners auf die Ausflußzeit des Oels deutlich zu erkennen. Es wäre indessen sehr unzweckmäßig, wollte man wegen dieser geringfügigen Fehlerquelle, welche nur bei den selteneren Versuchen d. h. bei sehr hohen Wärmegraden und entsprechend kleinen Flüssigkeitsgraden in Frage kommt, den Ringbrenner beseitigen und die Versuche unter Nachgießen von heißem Oel ausführen. Die hierdurch gewonnene größere Zuverlässigkeit würde zu der außerordentlichen Erschwerung der Versuchsausführung in keinem Verhältniß stehen.

Schließlich wird aber die Bedeutung der erwähnten Fehlerquelle noch dadurch abgeschwächt, daß dieselbe bei allgemein gleichartigem Arbeiten mit Ringbrenner fast in gleicher Höhe auftritt. Der sonstige bei gleicher Arbeitsweise ± 0,5 betragende gewöhnliche Fehler des Apparats wird nämlich bei sehr hohen Wärmegraden durch Anwendung des Ringbrenners höchstens auf ± 1,0 erhöht. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Viskositätsbestimmungen, welche in erster Linie in Frage kommt, wird also durch Anwendung des Ringbrenners bei den gewöhnlich mäßig hohen Wärmegraden (20—50 C°) gar nicht, bei sehr hohen Wärmegraden in kaum merklicher Weise beeinträchtigt.

Versuche bei den höchsten in Frage kommenden Wärmegraden (z. B. 180 C°) lassen sich ohne direkte Erwärmung durch Ringbrenner kaum durchführen, sodaß von ähnlich vergleichenden Versuchen wie oben für diese Wärmegrade abgesehen wurde. Zudem zeigen aber auch die kürzlich mitgetheilten umfangreichen Versuchsreihen[2]) mit Cylinderöl bei 180 C° daß auch hier bei Benutzung des Ringbrenners sehr gut übereinstimmende und vergleichbare Zahlen erhalten werden.

[1]) Mit Dampfwasserbad bestimmt, alle übrigen Werthe sind bei 100 C° mit Oelbad ermittelt.

[2]) Mittheilungen. 1895. S. 281.

5. Kleine Mittheilungen.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Kopirseidenpapiere. Der Versuchsanstalt wurden kürzlich von zwei verschiedenen Firmen je zwei Kopirseidenpapiere zur Untersuchung überwiesen; von zwei Proben sollte die Festigkeit im trockenen und feuchten Zustand, die Stoffzusammensetzung und Saugfähigkeit, von den beiden anderen nur die Stoffzusammensetzung und die Saugfähigkeit beurtheilt werden. Da Versuchsergebnisse über Kopirseidenpapiere meines Wissens bisher nicht veröffentlicht sind, so mögen die hier gemachten Beobachtungen nachstehend mitgetheilt werden.

	Mittlere Reißlänge.	Mittlere Dehnung.	Stoffzusammensetzung.	Mittlere Saughöhe.
Kopirseiden Nr. 1:	trocken: 5050 m; feucht: 165 m;	trocken: 2,2 %; feucht: *;	Leinen, Zusatz Baumwolle.	12,5 mm
„ „ 2:	„ 4200 „ „ 277 „	„ 1,8 %; „	Leinen, Baumwolle, Holz-, Strohcellulose.	12,5 „
„ „ 3:	—	—	Leinen, Baumwolle, Holz-, Strohcellulose.	9,5 „
„ „ 4:	—	—	Leinen, Zusatz Baumwolle.	16,5 „

* konnte nicht bestimmt werden.

Von zwei weiter eingeschickten Proben sollte nach Angabe des Antragstellers die eine (Nr. 5) gute scharfe Kopien geben, während die Schriftzüge auf der andern (Nr. 6) stark zerflossen und kaum zu entziffern waren. Der Antragsteller vermuthete einen Unterschied in der Stoffzusammensetzung, eine Vermuthung, die indessen nicht zutraf. Beide Proben bestanden aus Baumwolle, Jute, Leinen und Holzcellulose und hatten einen Aschengehalt von rund 2,5 %. Auch die Mengenverhältnisse der einzelnen Fasersorten waren, wie das mikroskopische Bild zeigte, annähernd dieselben. In der Saugfähigkeit indessen zeigten sich die beiden Proben verschieden; Nr. 5 hatte eine mittlere Saughöhe = 14 cm und Nr. 6 eine solche von 19,5 cm. Ob dieses Mehr an Saughöhe die Ursache des Auslaufens war, konnte natürlich nicht ausgesprochen werden; bemerkenswerth ist nur die Thatsache, daß dieses schlechte Kopien liefernde Papier die höchste Saughöhe von den hier untersuchten Kopirpapieren zeigt. Da ein gutes Kopirpapier die Tinte auffsaugen, aber auch scharfe Schriftzüge behalten soll, so wird hinsichtlich der Saugfähigkeit eine untere und obere Grenze innezuhalten sein; ist die Saugfähigkeit zu klein, so nimmt das Papier die Tinte nicht genügend auf, ist sie zu groß, so werden die Schriftzüge verschwommen erscheinen.

Festigkeit des Papiers. Das Maschinenpapier hat bekanntlich in der Maschinenrichtung seine größte und in der Querrichtung seine geringste Festigkeit; das Verhältniß der geringsten Festigkeit zur größten schwankt zwar bei den verschiedenen Papiersorten, es hält sich jedoch meist zwischen den Grenzen 60 : 100 bis 75 : 100. Indessen kommen auch Fälle größerer und geringerer Abweichungen vor, wie in Heft III der „Mittheilungen" 1895 gezeigt wurde (33 : 100 bis 99 : 100).

Auch die Dehnung des Papiers ist nach beiden Richtungen verschieden groß, nur ist das Verhältniß hier umgekehrt wie bei der Festigkeit; die Maschinenrichtung zeigt die geringste, die Querrichtung die größte Dehnung. Die Verhältnißwerthe schwanken hier aber innerhalb noch weiterer Spielräume als bei der Festigkeit, wie an oben angeführter Stelle gezeigt wurde (100 : 100 bis 294 : 100).

Nun ist kürzlich bei der Untersuchung eines Kopirseidenpapiers die eigenthümliche Erscheinung beobachtet worden, daß die Dehnung dieses Papiers sich in der Maschinenrichtung größer zeigte als in der Querrichtung. Bei Prüfung je eines Streifens aus fünf verschiedenen Bogen ergaben sich folgende Werthe:

	Maschinenrichtung.		Querrichtung.	
	Bruchlast	Bruchdehnung	Bruchlast	Bruchdehnung
Streifen Nr. 1:	1,66 kg	2,4 %	0,73 kg	2,0 %
„ „ 2:	1,68 „	2,6 „	0,80 „	2,0 „
„ „ 3:	1,56 „	2,6 „	0,78 „	1,9 „
„ „ 4:	1,46 „	2,3 „	0,77 „	2,0 „
„ „ 5:	1,54 „	2,0 „	0,84 „	2,0 „
Mittel:	1,58 kg	2,4 %	0,78 kg	2,0 %
	Reißlänge = 6750 m		Reißlänge = 3350 m.	

Es ist dies der erste derartige in der Versuchsanstalt beobachtete Fall.

In einem zweiten Fall zeigte sich die gleiche Erscheinung wie oben, wenn auch nicht in so ausgeprägter Weise. Ein Normal-Konzeptpapier 3b mit vorschriftsmäßigem Wasserzeichen lieferte folgende Werthe:

	Maschinenrichtung.	Querrichtung.
Streifen Nr. 1:	6,67 kg und 1,6 %	4,65 kg und 1,7 %
„ „ 2:	6,60 „ 1,8 „	4,64 „ 1,8 „
„ „ 3:	6,76 „ 1,7 „	4,62 „ 1,4 „
„ „ 4:	6,83 „ 1,8 „	4,83 „ 1,8 „
„ „ 5:	7,22 „ 1,8 „	4,19 „ 1,5 „
Mittel:	6,82 kg und 1,7 %	4,59 kg und 1,6 %.
	Reißlänge = 4850 m	Reißlänge = 3300 m.

Beanstandete Lieferungen. 1. Eine Druckerei hatte bei einer Papierfabrik Druckpapier „nach Muster" bestellt mit dem ausdrücklichen Bemerken, daß das Papier keinesfalls schlechter ausfallen dürfte. Die Ausfallprobe wurde seitens der Druckerei beanstandet, weil sie nach ihrer Ansicht „weit unansehnlicher und im Stoff schlechter war als das Muster".

Die Fabrik erwiderte hierauf, sie könne die Weigerung nicht annehmen, da „das Papier genau nach Probe, nur etwas freundlicher ausgefallen sei".

Die Druckerei beantragte nun die Untersuchung beider Proben, wobei sich folgendes ergab:

Muster: Etwa 75 % Holzcellulose und 25 % Holzschliff, Aschengehalt 20,1 %.

Ausfallmuster: „ 75 „ „ „ 25 „ „ „ 20,4 „

Die Beanstandung hinsichtlich der Stoffzusammensetzung geschah also zu Unrecht.

Für die Beurtheilung des Unterschiedes im Aeußeren, welcher nicht zu verkennen, aber auch nicht weitgehend genug war, um die Versuchsanstalt zu einem Urtheil zu veranlassen, wurde die Antragstellerin an einen praktischen Sachverständigen verwiesen.

2. Eine ausländische Papierhandlung bezog von einer ebenfalls im Auslande gelegenen Papierfabrik seit mehreren Jahren ein braunes Cellulosepackpapier, welches stets hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit wie folgt geprüft wurde.

Aus dem Papier wurde ein Filter gekniffen, dieses in einen Trichter gesetzt und Wasser hineingegossen; auch nach längerer Zeit sollte kein Wasser durch das Papier gehen.

Die bisher gelieferte Waare hatte diese Probe stets mit Erfolg bestanden; nach mehreren Tagen, zuweilen selbst nach mehreren Wochen, war noch kein Wasser durchgegangen.

Eine neue Anfertigung zeigte nun nach Mittheilung der Handlung den Uebelstand, „daß das Wasser sofort durchdrang und nach dem Durchfluß eine hellgelbe Farbe zeigte".

Nach Mittheilung des Thatbestandes erklärte die Fabrik, daß sie bei Herstellung der letzten Sendung die Cellulose nicht, wie dies früher stets geschehen, ausgewaschen habe und daß der aufgetretene Uebelstand vielleicht hierauf zurückzuführen sei. Sie machte daher eine Neuanfertigung und schickte diese der Handlung ein.

Bei dieser zweiten Sendung war aber nach Angabe des Empfängers der bei der vorigen Lieferung gerügte Uebelstand ebenfalls vorhanden; auch hier lief das Wasser mit gelber Farbe durch.

Da die Fabrik nun aber behauptete, das letzt gelieferte Papier in gleicher Weise wie die älteren guten Sorten hergestellt zu haben, so schickte die Handlung Muster beider zur vergleichenden Prüfung auf Wasserdurchlässigkeit ein.

Sowohl von der älteren Probe als auch von der zuletzt gelieferten wurde je ein kreisrundes Stück von etwa 150 mm Durchmesser entnommen, als Filter gekniffen, in einen Trichter von 60° Oeffnung gesetzt und mit je 60 ccm Wasser angefüllt.

Die Einwirkung des Wassers auf die beiden Proben wurde von Zeit zu Zeit beobachtet und hierbei folgendes ermittelt:

Beobachtet nach	Alte Probe	Letzte Probe
10 Minuten	unverändert, nichts durchgegangen.	sehr wenig durchnäßt, nichts durchgegangen.
1 Stunde	"	deutlich durchnäßt, nichts durchgegangen.
3 Stunden	sehr wenig durchnäßt, nichts durchgegangen.	"
24 "	schwach durchnäßt, auf der Außenseite kleine Wassertröpfchen, nichts durchgegangen.	deutlich durchnäßt, einige Tropfen Wasser durchgegangen.
192 "	"	deutlich durchnäßt; etwa 5 ccm Wasser, das schwach gelb gefärbt war, durchgegangen.
216 "	"	"

Die letzte Lieferung zeigte sich also gegen Wasser weniger widerstandsfähig als die ältere, wenn der Uebelstand auch nicht in dem Maße auftrat, wie er von der Handlung geschildert wurde.

3. Eine Druckerei besorgte für eine Handlung das Bedrucken photographischer Kartons in Bronzefarben; die hierzu verwendete Kartonprobe, sogenannter Porzellankarton, hatte sich seit Jahren gut bewährt; die letzte Lieferung gab indessen zu einer Beanstandung Veranlassung.

Die beiderseitig gestrichenen Bogen des Kartons wurden auf einer Seite mit Goldbronze bedruckt, dann nach dem Trocknen zu Stößen aufgestapelt und versandt. Die Handlung erhob nach Empfang der Kartons Beschwerde bei der Druckerei und theilte mit, daß die Waare auf der unbedruckten Seite durchweg verschmiert sei.

Bei näherer Untersuchung stellte sich heraus, daß der Bronzedruck der Rückseite in Folge des beim Verpacken nicht zu vermeidenden Scheuerns und Drückens auf der unbedruckten Vorderseite schwarze Stellen erzeugt hatte, eine Erscheinung, die bei früheren Kartons, die stets in gleicher Weise behandelt worden waren, nie beobachtet wurde.

Die Handlung vermuthete nun zuerst, daß die Kartons nach dem Bedrucken nicht genügend Zeit zum Trocknen gehabt hätten, und daß hierin die Ursache des aufgetretenen Uebelstandes zu suchen sei. Diese Ansicht wurde aber dadurch widerlegt, daß der Karton auch durch 1—2 Jahre alte Bronzedrucke geschwärzt wurde.

Der Sachverhalt wurde nun seitens der Handlung dem Lieferanten des Kartons unterbreitet, welcher erklärte, daß der fragliche Karton genau so gearbeitet sei, wie früher; er sei tadellos und die Schuld an dem Vorkommniß könne nur die Druckerei treffen, die versäumt habe, die bedruckten Bogen zwischen Makulatur zu legen.

Daraufhin beantragte die Druckerei bei der Versuchsanstalt eine vergleichende Untersuchung eines der älteren Kartons mit der beanstandeten Sorte, um festzustellen, ob beide, wie behauptet wurde, in ihrer Zusammensetzung übereinstimmten. Die ermittelten Versuchsergebnisse sind nachstehend zusammengestellt

	Quadratmetergewicht	Aschengehalt	Aschengehalt nach Entfernung des Aufstriches	Faserstoffe Karton	Faserstoffe Aufgeklebte Decke	Menge des Aufstriches
Alte Lieferung	1066 g	26,5 %	16,0 %	Holzschliff, geringe Mengen Holzcellulose	Holzcellulose, geringe Mengen Baumwolle	17,5 %
Beanstandete Lieferung	1447 g	42,8 %	22,5 %	„	Holzschliff, Zusatz Holzcellulose	34,9 %

Hiermit war die Hinfälligkeit der Behauptung über die Gleichartigkeit der Kartons erwiesen.

Natürlich geben diese Unterschiede noch keinen Anhalt über die Ursache des geschilderten Uebelstandes und es erscheint überhaupt zweifelhaft, ob man diese auf Grund der Untersuchung des Kartons allein würde feststellen können. Es mag nur noch darauf hingewiesen werden, daß die Kartons sich auch in der Bindung des Aufstrichs wesentlich von einander unterschieden. Durch Behandeln mit warmem Wasser ließ sich der Aufstrich des beanstandeten Kartons sehr leicht, der des alten Kartons nur sehr schwer entfernen.

4. Eine Papierfabrik lieferte einer Firma zur Herstellung sogenannter Kanevasbogen die nöthigen Einlagen; letztere wurden mit einer dünnen Papierauflage beklebt und dann in bekannter Weise durchlocht. Die fertige Waare zeigte sich nun im hohen Grade wellig und lappig, die Firma führte dies auf einen hohen Füllstoffgehalt der Einlagebogen zurück (sie behauptete 25—35 %) und verweigerte Zahlung für die empfangene Waare.

Die Papierfabrik hingegen behauptete, daß die Bogen ohne mineralische Füllstoffe hergestellt seien und verklagte die Firma auf Zahlung.

Nach Abhaltung mehrerer Termine und Vernehmung einer Anzahl von Zeugen wurde die Versuchsanstalt vom Gericht beauftragt, die Proben zu untersuchen.

Hierbei stellte sich heraus, daß die Einlagebogen ohne Zusatz von Füllstoffen hergestellt waren; 3 verschiedene Bogen ergaben folgenden Aschengehalt:

Bogen Nr. 1 = 0,8 %
„ „ 2 = 0,6 „
„ „ 3 = 1,0 „

Der Einwand der Firma war hiermit als hinfällig erwiesen.

Als bedauerlich muß es bezeichnet werden, daß in einer Frage, welche durch eine einfache Aschenbestimmung entschieden werden konnte, ein so umfangreicher und kostspieliger Apparat in Thätigkeit gesetzt worden ist.

6. Normalpapiere.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

In Heft 3 der „Mittheilungen" 1895 Seite 109 wurden statistische Uebersichten über die in den Jahren 1889—1894 seitens der Behörden verlangten und die ihnen gelieferten Papiere gegeben.

Unter Hinweis auf die dort gemachten Mittheilungen soll im Nachfolgenden das Ergebniß der Zusammenstellungen für das Jahr 1895 mitgetheilt werden.

Zusammenstellung

der Eigenschaften der im Jahre **1895** im Auftrage von Behörden untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	—	Papiere	= — %	Zusammen 63 Papiere = 15,4 %.
B. „ „ Stoffklasse	—	„	= — „	
C. „ „ Festigkeitsklasse	63	„	= 15,4 „	
II. Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . .	266	„	= 65,0 „	
Zusammen	329	Papiere	= 80,4 %.	

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A. Bezüglich der Stoffklasse	24	Papiere	= 5,9 %	Zusammen 80 Papiere = 19,6 %.
B. „ „ Festigkeitsklasse	48	„	= 11,7 „	
C. „ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	8	„	= 2,0 „	

Im Ganzen sind also im Jahre 1895 im Auftrage von Behörden 409 Papiere untersucht worden, von denen, wie die vorstehende Zusammenstellung ergiebt,

63 Papiere = 15,4 % besser geliefert als verlangt,
266 „ = 65,0 „ geliefert wie verlangt und
80 „ = 19,6 „ schlechter geliefert als verlangt.

Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 329 Papiere = 80,4 %. — Stellt man die Ergebnisse der Jahre 1889—1895 einander gegenüber, so ergiebt sich folgende Uebersicht:

Gegenüberstellung

der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1889—1895 im Auftrage von Behörden untersuchten Papiere.

Lfd. Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt: bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse %	bezüglich der Stoffklasse %	bezüglich der Festigkeitsklasse %	Schlechter geliefert als verlangt: bezüglich der Stoffklasse %	bezüglich der Festigkeitsklasse %	bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse %	Insgesammt: Besser geliefert als verlangt %	Geliefert wie verlangt %	Schlechter geliefert als verlangt %	Den Bedingungen: genügten %	genügten nicht %
1	1889	266	1,9	3,8	4,1	15,4	24,8	8,3	9,8	41,7	48,5	51,5	48,5
2	1890	453	1,7	6,0	9,5	17,0	19,0	7,1	17,2	39,7	43,1	56,9	43,1
3	1891	440	3,9	4,5	10,0	13,9	15,4	7,5	18,4	44,8	36,8	63,2	36,8
4	1892	359	0,8	4,5	13,9	5,6	19,8	3,0	19,2	52,4	28,4	71,6	28,4
5	1893	438	0,2	0,9	23,7	4,6	8,0	2,5	24,8	60,1	15,1	84,9	15,1
6	1894	436	—	0,2	17,6	3,7	7,6	0,7	17,8	70,2	12,0	88,0	12,0
7	1895	409	—	—	15,4	5,9	11,7	2,0	15,4	65,0	19,6	80,4	19,6

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß sich das Verhältniß der vorschriftsmäßig gelieferten Papiere zu den nicht ausreichenden wieder verschlechtert hat, und zwar um so viel, daß die Ergebnisse des Jahres 1895 selbst hinter denen des Jahres 1893 zurückbleiben.

Die Art der festgestellten Verstöße ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Zusammenstellung

der im Jahre 1895 bei Behördenlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	
A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.											
1	3a	II	3	II	6	—	—	—	—	2 statt 5	
2	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,4	3 „ 4	
3	4b	III	4	III	6	—	—	—	0,1	2 „ 4	1
4	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,2	3 „ 4	1
5	4b	III	4	III	5	—	—	—	0,2	3 „ 4	1
6	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,1	4 „ 5	4
7	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
8	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	5
9	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	6
10	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
11	4a	III	*	III	6	—	—	—	—	2 „ 4	6
12	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	12
13	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,2	4 „ 5	12
14	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,5	3 „ 4	12
15	2a	I	2	I	3	—	—	175	0,1	—	14
16	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,2	—	14
17	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	16
18	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,1	—	17
19	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	17
20	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,5	—	17
21	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	18
22	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	20
23	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	23
24	4a	III	*	III	6	—	—	—	0,2	2 „ 4	25
25	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	32
26	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,1	—	36
27	4b	III	4	III	5	—	—	—	0,4	—	39
28	4b	III	4	III	5	—	—	—	0,3	—	39
29	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,1	—	39
30	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	39
31	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	40
32	4b	III	4	III	6	—	—	—	—	2 „ 4	41
33	4a	III	*	III	4	—	—	625	—	—	41
34	2a	I	2	I	3	—	—	125	0,1	—	41
35	4a	III	*	III	5	—	—	200	0,3	3 statt 4	41
36	4a	III	*	III	4	—	—	—	0,3	—	41
37	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	41
38	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
39	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	43
40	4a	III	*	III	6	—	—	—	—	1 „ 4	43
41	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
42	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
43	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
44	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	50
45	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	**
46	8a	I	4	I	5	—	—	—	—	3 „ 4	**
47	6	IV	4	IV	5	—	—	—	0,1	3 „ 4	**
48	3a	II	3	II	4	—	—	25	—	—	

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

** Papiere ohne Wasserzeichen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
						B. Bezüglich der Stoffklasse.					
1	3b	II	4	III	4	Zu viel Holzcellulose.	—	—	—	—	1
2	3b	II	4	III	4	" " "	—	—	—	—	1
3	3b	II	4	III	4	Zu viel Holz- und Strohcellulose.	—	—	—	—	4
4	3a	II	3	III	3	" " " " "	—	—	—	—	5
5	3a	II	3	III	3	" " " " "	—	—	—	—	5
6	3a	II	3	III	3	Zu viel Holzcellulose.	—	—	—	—	5
7	3a	II	3	III	3	—	0,9	—	—	—	12
8	3a	II	3	III	3	—	0,4	—	—	—	12
9	3b	II	4	III	4	Zu viel Holzcellulose.	—	—	—	—	12
10	3b	II	4	III	4	—	3,8	—	—	—	13
11	3b	II	4	III	4	Zu viel Holzcellulose.	—	—	—	—	14
12	3a	II	3	III	3	—	1,9	—	—	—	14
13	3b	II	4	III	4	—	0,4	—	—	—	14
14	3a	II	3	III	3	—	0,9	—	—	—	14
15	3a	II	3	III	3	—	1,4	—	—	—	14
16	3b	II	4	III	3	Zu viel Holz- und Strohcellulose.	—	—	—	—	40
17	3a	II	3	III	3	" " " " "	—	—	—	—	43
18	4a	III	*	IV	*	—	0,8	—	—	—	43
19	3b	II	4	III	4	Zu viel Holzcellulose.	—	—	—	—	44
20	4b	III	4	IV	3	—	1,3	—	—	—	53
21	5b	III	5	IV	4	Enthält Holzschliff.	—	—	—	—	**
22	5a	II	3	III	3	—	3,1	—	—	—	**
23	3b	II	4	III	4	Zu viel Holz- und Strohcellulose.	—	—	—	—	**
24	5b	III	5	IV	5	Enthält Holzschliff.	—	—	—	—	**
						C. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse.					
1	3b	II	4	III	5	Zu viel Holzcellulose.	—	—	—	3 statt 4	1
2	3a	II	3	III	5	" " "	—	675	0,8	3 " 5	1
3	3a	II	3	III	4	" " "	—	—	0,1	4 " 5	4
4	3b	II	4	III	6	Zu viel Holz- und Strohcellulose.	—	—	—	2 " 4	5
5	4a	III	*	IV	6	—	3,3	—	—	2 " 4	6
6	3b	II	4	III	6	Zu viel Holz- und Strohcellulose.	—	—	—	2 " 4	43
7	5a	II	3	III	6	—	11,5	700	—	2 " 5	**
8	5a	II	3	IV	6	Besteht nur aus Holzcellulose u. Holzschliff.	—	275	1,1	2 " 5	**

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich also theilweise um eine zu geringe Reißlänge (Minimum der Abweichung 25 m, Maximum 700 m), theils um eine zu geringe Dehnung (Minimum 0,1 %, Maximum 0,8 %) und theils um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum eine Stufe, Maximum drei Stufen). In 14 Fällen ist gegen zwei dieser drei Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen, in drei Fällen gegen alle drei.

Bei den Verstößen gegen die Stoffklasse handelt es sich theils um einen zu hohen Aschengehalt (Minimum der Ueberschreitung 0,4 %, Maximum 11,5 %), theils um einen zu hohen Gehalt an Cellulose bei den Papieren der Stoffklasse II, theils um einen Gehalt an Holzschliff bei Papieren, welche frei von Holzschliff sein sollten.

Also nicht nur hinsichtlich der Anzahl, auch hinsichtlich der Schwere der Verstöße ist eine Verschlechterung gegen das Vorjahr zu verzeichnen, wie eine Vergleichung mit den in der eingangs erwähnten Arbeit gemachten Angaben ergiebt. Verstöße wie sie hier unter B Nr. 21 und 24,

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

** Papiere ohne Wasserzeichen.

	Anzahl der geprüften Papiere			Anzahl der genügenden Papiere		
	1893	1894	1895	1893	1894	1895
Firma Nr. 2:	12	15	—	50%	20%	—
„ 28:	11	—	1	55 „	—	0 %
„ 32:	22	—	1	59 „	—	0 „
„ 33:	18	5	1	50 „	60 „	100 „

Man geht wohl nicht fehl, wenn man diese Abnahme in der Anzahl der zur Prüf eingereichten Papiere bestimmter Firmen in Verbindung bringt mit der Abnahme der di Fabriken zugefallenen Lieferungen; dieser Prozeß wird sich voraussichtlich auch noch in nächsten Jahren immer weiter vollziehen und die nicht leistungsfähigen Fabriken werden mählich von den leistungsfähigen mehr und mehr zurückgedrängt werden.

Eine Erscheinung, die der Versuchsanstalt seit langem aufgefallen ist, ist folgende.

Nach § 5 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtl Zwecken" soll es sowohl dem Fabrikanten als auch dem Zwischenhändler freistehen, in Fä in welchen das Papier der im Wasserzeichen angegebenen Verwendungsklasse nicht entspr durch nachträgliche Stempelung (Trockenstempelung) eines jeden Bogens das Wasserzei ungültig zu machen, oder das Papier in die nächst niedrige Verwendungsklasse einzurei für welche seine Eigenschaften noch ausreichend sind.

Trotzdem nun seit dem Bestehen der „Vorschriften" eine große Menge Papier erz worden ist, welches dem Wasserzeichen nicht entspricht, so ist der Versuchsanstalt doch nicht ein einziger für eine niedrigere Verwendungsklasse abgestempelter Bogen zu Ge gekommen. Auch gelegentliche Umfragen in den betheiligten Kreisen über das Vorkom abgestempelter Bogen lieferten stets ein negatives Ergebniß.

Da man nicht wohl annehmen kann, daß die nicht genügenden Papiere sämmtlich wi eingearbeitet werden, so bleibt nur die Annahme, daß sie an Stellen gelangen, an denen Prüfung nicht zu erwarten ist; hier kommen vorzugsweise das große Publikum und klei Behörden mit einem geringen jährlichen Papierbedarf, der bisher nach § 6 der „Vorschrift der Prüfung nicht unterlag, in Betracht.

Um die hieraus den kleineren Behörden erwachsende Gefahr zu beseitigen, sind m mehr gegen Ende des Jahres 1895 auch die Behörden mit einem Papierverbrauch weniger als 300 Mk. angewiesen worden, ihr Papier untersuchen zu lassen.

Eine Reihe solcher Behörden hat bereits ihre Papiere prüfen lassen; auf das Jahr 18 entfallen von diesen Prüfungen 10 Anträge von 10 Behörden mit insgesammt 19 Papier von diesen 19 Papieren genügten $10 = 53\,\%$ den durch das Wasserzeichen gewährleist Eigenschaften und $9 = 47\,\%$ genügten nicht. Der Prozentsatz der nicht genügen Papiere ist also ein sehr hoher. Ein klareres Bild über die bei Prüfung von Pa für kleinere Behörden gemachten Erfahrungen wird sich indessen erst nach Jahres gewinnen lassen.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Die Art der im Jahre 1895 festgestellten Verstöße ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Zusammenstellung

der im Jahre 1895 bei Privatlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
						A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.					
1	4b	III	4	III	5	—				3 statt 4	4
2	4a	III	*	III	5	—				3 „ 4	23
3	4b	III	4	III	5	—				3 „ 4	23
4	4a	III	*	III	5	—				3 „ 4	28
5	2a	I	2		3	—		550	0,5	—	41
6	3a	II	3	II	5	—				3 statt 5	**
7	7b	III	†	III	††	—			0,4	—	**
8	6	IV	5	IV	6	—			0,3	2 statt 3	**
						B. Bezüglich der Stoffklasse.					
1	3a	II	3	III	3	—	1,			—	14
2	3b	II	3	III	3	Zuviel Holzcellulose.				—	51
3	3a	II	3	III	3	—	0,5			—	54
4	7b	III	†	IV	†	Enthält Holzschliff.				—	**
5	5a	II	3	III	3	Zu viel Holzcellulose und Jute.				—	**
6	8a	I	4	III	4	—	1,3			—	**
						C. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse. Keine.					

Die Verstöße der 14 = 21,5 % nicht genügenden Papiere gegen die Lieferungsbedingungen sind also, wenn man vielleicht die Fälle A 6 und B 4 ausscheidet, ziemlich milder Natur. Verstöße gegen die Stoff- und Festigkeitsklasse gleichzeitig sind wie im Vorjahre so auch in diesem Jahre überhaupt nicht vorgekommen.

Bei den Verstößen gegen die Festigkeitsklasse handelt es sich einmal um eine zu geringe Reißlänge (550 m zu wenig), dreimal um eine zu geringe Dehnung (Minimum der Abweichung 0,3 %, Maximum 0,5 %) und sechsmal um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum 1 Stufe, Maximum 2 Stufen). In zwei Fällen ist gegen zwei dieser drei Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen; gegen alle drei gleichzeitig in keinem Falle.

Die nachstehenden Schaulinien (Seite 128) geben ein übersichtliches Gesammtbild des vorstehend Gesagten.

Erfüllung der Lieferungsbedingungen für Normalpapiere.

Hinsichtlich der mit einem vorschriftsmäßigen Wasserzeichen versehenen Papiere ist noch folgendes zu bemerken.

Von den im Jahre 1891 vollständig untersuchten 35 Wasserzeichen-Papieren besaßen 33 = 94,3 % die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften und 2 = 5,7 % nicht.

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.
† 2500 m Reißlänge, 2,5 Dehnung.
†† 4875 m Reißlänge, 2,1 Dehnung.
** Papiere ohne Wasserzeichen.

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

III. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften nicht vorhanden waren.

A.	Bezüglich der Festigkeitsklasse	50 Papiere = 11,4 %	Zusammen 80 Papiere = 18,3 %.	
B.	„ „ Stoffklasse	23 „ = 5,3 %		
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	7 „ = 1,6 %		

Im Ganzen genügten also im Jahre 1895: 357 Papiere = 81,7 % den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften.

Unter diesen 357 genügenden Papieren befanden sich 60 = 14 %, welche dem Wasserzeichen nur mit Rücksicht auf § 9 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" entsprachen; nach diesem Paragraphen dürfen bekanntlich die mit einem vorschriftsmäßigen Wasserzeichen versehenen Papiere in ihrer Reißlänge um höchstens 10 % und in ihrer Dehnung ebenfalls um höchstens 10 % nach unten hin von den verlangten Werthen abweichen.

Von den oben erwähnten 55 Papieren, bei denen nur einzelne Eigenschaften festzustellen waren, wurden

1. 1 Papier auf Stoffzusammensetzung und Aschengehalt,
2. 3 „ „ Aschengehalt,
3. 3 „ „ Aschengehalt, Reißlänge, Dehnung, Widerstand gegen Zerknittern,
4. 21 „ „ Reißlänge, Dehnung, Widerstand gegen Zerknittern,
5. 7 „ „ Reißlänge, Dehnung,
6. 20 „ „ Widerstand gegen Zerknittern

geprüft.

Von den Papieren	zu	1	genügten	1	und	0	genügten	nicht,		
„ „ „	„	2	„	2	„	1	„	„		
„ „ „	„	3	„	1	„	2	„	„		
„ „ „	„	4	„	18	„	3	„	„		
„ „ „	„	5	„	7	„	0	„	„		
„ „ „	„	6	„	9	„	11	„	„	.	

Vergleicht man die in den Jahren 1891—1895 bei der Untersuchung von Wasserzeichen-Papieren gemachten Erfahrungen, so ergiebt sich folgende Uebersicht:

Uebersicht

über die in den Jahren 1891—1895 bei der Untersuchung von Wasserzeichen-Papieren gemachten Erfahrungen.

Jahr	Anzahl der Papiere	Besser als im Wasserzeichen gewährleistet %	Wie im Wasserzeichen gewährleistet %	Schlechter als im Wasserzeichen gewährleistet %	Dem Wasserzeichen entsprachen %	Dem Wasserzeichen entsprachen nicht %
1891	35	34,3	60,0	5,7	94,3	5,7
1892	187	19,8	67,4	12,8	87,2	12,8
1893	497	23,9	61,0	15,1	84,9	15,1
1894	458	16,6	71,6	11,8	88,2	11,8
1895	437	17,4	64,3	18,3	81,7	18,3

Gegen das Vorjahr hat sich also das Verhältniß der dem Wasserzeichen entsprechenden Papiere zu den nicht ausreichenden wieder etwas verschlechtert.

Ein Vergleich der Ergebnisse der letzten Jahre mit denen des Jahres 1891 ist nicht zulässig, da einmal die Anzahl der 1891 untersuchten Papiere sehr gering ist und ferner in diesem Jahre nur wenige und hervorragende Firmen sich mit der Herstellung von Wasserzeichen-Papieren befaßten.

In nachfolgender Tabelle (Seite 131) sind die 437 im Jahre 1895 vollständig untersuchten Wasserzeichen-Papiere nach den Verwendungsklassen 1—4b und nach den Firmen, von denen sie erzeugt sind, geordnet. Die hier angemeldeten Firmen wurden für diese statistischen Berichte in einer beliebigen Reihenfolge in eine Liste eingetragen und mit laufenden Nummern versehen.

Die Tabelle zeigt zunächst, daß im ganzen Papiere von 44 verschiedenen Fabriken (gegen 41 im Vorjahr) zur Untersuchung gelangten; von 22 Fabriken, die außer den 44 ihr Wasserzeichen bei der Versuchsanstalt angemeldet hatten, gelangten keine Proben zur Prüfung. Die Sicherheit der einzelnen Fabriken in der Herstellung von bestimmten Eigenschaften ist, wie die Tabelle zeigt, recht verschieden; man muß hierbei naturgemäß diejenigen Firmen außer Betracht lassen, die nur mit einem oder einer geringen Anzahl von Papieren vertreten sind. Vergleicht man nur die Firmen, von denen mehr als 10 Papiere geprüft sind, so genügten z. B. bei Nr. 12 nur 40 % den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften; bei den übrigen Firmen findet sich dann eine Steigerung des Prozentsatzes an genügenden Papieren und bei den Firmen 8, 15, 35, 42 genügen sämmtliche Papiere den gewährleisteten Eigenschaften.

Ein Vergleich der Firmen, deren Papiere in den Jahren 1893—1895 sämmtlich genügten, ergiebt Folgendes:

Im Jahre 1893 genügten durchweg nur die Papiere der Firmen 5, 8, 14, 15, 29, 35,
„ „ 1894 „ „ „ „ „ „ „ „ 5, 6, 14, 23, 43,
„ „ 1895 „ „ „ „ „ „ „ „ 8, 15, 35, 42.

Ordnet man die von 1893—1895 untersuchten Papiere nach Verwendungsklassen, so ergiebt sich, daß

1893	1894	1895						1893	1894	1895
4	12	2	Papiere	zur	Klasse	1	gehörten; hiervon genügten:	100 %	75 %	100 %
57	69	53	„	„	„	2a	„ „ „	93 „	84 „	90 „
36	34	28	„	„	„	2b	„ „ „	94 „	91 „	100 „
133	108	134	„	„	„	3a	„ „ „	86 „	87 „	83 „
91	101	90	„	„	„	3b	„ „ „	78 „	94 „	78 „
95	70	69	„	„	„	4a	„ „ „	76 „	83 „	71 „
81	64	61	„	„	„	4b	„ „ „	90 „	92 „	80 „

Für die Klassen 1—2b ist im letzten Jahre also eine Besserung, für die Klassen 3a bis 4b durchweg eine Verschlechterung zu verzeichnen. Ueber die Art der Abweichungen der 80 im Jahre 1895 nicht genügenden Wasserzeichen-Papiere geben die Zusammenstellungen Seite 124 und 125 Aufschluß.

Zum Schluß sei noch auf einige besondere Beobachtungen hingewiesen.

Wenn man diejenigen Fabriken, welche sich im Jahre 1893 durch einen hohen Prozentsatz nicht genügender Papiere bemerkbar machten, durch die folgenden Jahre verfolgt, so ergiebt sich bei den meisten ein ganz erhebliches Zurücktreten der Anzahl ihrer zur Prüfung eingereichten Papiere, wie die nachstehenden Beispiele (Seite 132) zeigen.

Die 437 im Jahre 1895 vollständig untersuchten Wasserzeichen-Papiere nach Firmen und Verwendungsklassen geordnet.

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere	Den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften: genügten %	Den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften: genügten nicht %	Innerhalb des Spielraums von 10 % liegen %	Von den Papieren der Verwendungsklasse 1: genügten ohne 10 % Spielraum	1: genügten nur mit 10 % Spielraum	1: genügten nicht	2a: genügten ohne 10 % Spielraum	2a: genügten nur mit 10 % Spielraum	2a: genügten nicht	2b: genügten ohne 10 % Spielraum	2b: genügten nur mit 10 % Spielraum	2b: genügten nicht	3a: genügten ohne 10 % Spielraum	3a: genügten nur mit 10 % Spielraum	3a: genügten nicht	3b: genügten ohne 10 % Spielraum	3b: genügten nur mit 10 % Spielraum	3b: genügten nicht	4a: genügten ohne 10 % Spielraum	4a: genügten nur mit 10 % Spielraum	4a: genügten nicht	4b: genügten ohne 10 % Spielraum	4b: genügten nur mit 10 % Spielraum	4b: genügten nicht
1	19	53	47	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	4	1	2	—	3	2	—	—	2
4	16	69	31	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	3	1	—	1	1	2	—	2	1	1
5	19	68	32	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	3	4	—	2	3	—	1	2	—	—
6	32	91	9	9	2	—	—	1	2	—	1	—	—	13	1	2	8	—	—	—	—	1	1	—	—
7	1	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	18	100	0	17	—	—	—	2	3	—	4	—	—	5	—	—	1	—	—	1	—	—	2	—	—
9	5	100	0	0	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
10	7	100	0	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	2	—	2	—	—
12	10	40	60	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3	1	—	2	—	—	1	1	—	—
13	3	33	67	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—
14	52	85	15	17	—	—	—	2	5	2	4	—	—	15	3	4	12	1	2	2	—	—	—	—	—
15	29	100	0	21	—	—	—	1	4	—	3	—	—	6	1	—	2	—	—	4	1	—	7	—	—
16	4	75	25	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	1	—	—	—
17	11	73	27	18	—	—	—	1	—	1	—	1	—	1	1	2	3	—	—	1	—	—	—	—	—
18	3	67	33	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1
20	10	90	10	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	2	—	1	5	—	—
23	37	92	9	8	—	—	—	4	1	—	5	—	—	6	2	—	5	—	1	4	—	1	7	—	1
24	1	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
25	1	0	100	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
26	5	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—
27	1	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
28	1	0	100	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
29	9	100	0	33	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	1	1	—	2	1	—
31	4	100	0	25	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
32	1	0	100	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
33	1	100	0	0	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	1	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
35	14	100	0	0	—	—	—	8	—	—	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	3	67	33	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
39	7	43	57	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	1	—	3
40	10	80	20	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	3	—	1	—	1	—	1	—	1
41	29	72	28	7	—	—	—	—	—	2	—	—	—	7	2	—	8	—	—	1	—	5	3	—	1
42	11	100	0	9	—	—	—	—	1	—	—	—	—	4	—	—	1	—	—	3	—	—	2	—	—
43	31	74	26	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	2	1	3	—	5	6	3	2	1	—	—
44	16	88	12	10	—	—	—	4	—	—	4	—	—	3	—	—	2	—	1	—	—	—	1	—	1
46	1	100	0	100	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	2	100	0	50	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	1	0	100	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
51	1	100	0	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	2	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
53	2	50	50	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
54	4	75	25	0	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
55	1	0	100	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
56	1	100	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Sa.	437	82	18	14	2	—	—	29	19	5	27	1	—	89	22	23	68	2	20	35	14	20	47	2	12

	Anzahl der geprüften Papiere			Anzahl der genügenden Papiere		
	1893	1894	1895	1893	1894	1895
Firma Nr. 2:	12	15	—	50%	20%	—
„ 28:	11	—	1	55 „	—	0 %
„ 32:	22	—	1	59 „	—	0 „
„ 33:	18	5	1	50 „	60 „	100 „

Man geht wohl nicht fehl, wenn man diese Abnahme in der Anzahl der zur P eingereichten Papiere bestimmter Firmen in Verbindung bringt mit der Abnahme der Fabriken zugefallenen Lieferungen; dieser Prozeß wird sich voraussichtlich auch noch nächsten Jahren immer weiter vollziehen und die nicht leistungsfähigen Fabriken werd mählich von den leistungsfähigen mehr und mehr zurückgedrängt werden.

Eine Erscheinung, die der Versuchsanstalt seit langem aufgefallen ist, folgende.

Nach § 5 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu a Zwecken" soll es sowohl dem Fabrikanten als auch dem Zwischenhändler freistehen, in in welchen das Papier der im Wasserzeichen angegebenen Verwendungsklasse nicht en durch nachträgliche Stempelung (Trockenstempelung) eines jeden Bogens das Wasse ungültig zu machen, oder das Papier in die nächst niedrige Verwendungsklasse einz für welche seine Eigenschaften noch ausreichend sind.

Trotzdem nun seit dem Bestehen der „Vorschriften" eine große Menge Papier worden ist, welches dem Wasserzeichen nicht entspricht, so ist der Versuchsanstalt do nicht ein einziger für eine niedrigere Verwendungsklasse abgestempelter Bogen zu gekommen. Auch gelegentliche Umfragen in den betheiligten Kreisen über das Vor abgestempelter Bogen lieferten stets ein negatives Ergebniß.

Da man nicht wohl annehmen kann, daß die nicht genügenden Papiere sämmtlich eingearbeitet werden, so bleibt nur die Annahme, daß sie an Stellen gelangen, an dene Prüfung nicht zu erwarten ist; hier kommen vorzugsweise das große Publikum und k Behörden mit einem geringen jährlichen Papierbedarf, der bisher nach § 6 der „Vorsch der Prüfung nicht unterlag, in Betracht.

Um die hieraus den kleineren Behörden erwachsende Gefahr zu beseitigen, sind mehr gegen Ende des Jahres 1895 auch die Behörden mit einem Papierverbrauch weniger als 300 Mk. angewiesen worden, ihr Papier untersuchen zu lassen.

Eine Reihe solcher Behörden hat bereits ihre Papiere prüfen lassen; auf das Jahr entfallen von diesen Prüfungen 10 Anträge von 10 Behörden mit insgesammt 19 Pap von diesen 19 Papieren genügten 10 = 53 % den durch das Wasserzeichen gewährle Eigenschaften und 9 = 47 % genügten nicht. Der Prozentsatz der nicht genüg Papiere ist also ein sehr hoher. Ein klareres Bild über die bei Prüfung von P für kleinere Behörden gemachten Erfahrungen wird sich indessen erst nach Jahr gewinnen lassen.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Normalsand von Freienwalde.

Rückstände auf dem 81-Maschensieb.

Grube Hammerthal. Freienwalder Stadtforst.

Von der 8—10 m hohen, ziemlich reinen Wand (43,7 %).

Grube Schiffmühle, an der alten Oder.

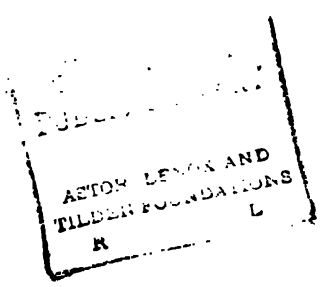
Graue Schichten (linke Seite der Grubenwand) (72,7 %).

Ungünstige Durchschnittsprobe (43,0 %).

Weisse Schichten (Mitte der Grubenwand) (48,3 %).

Zum Verladen bereiter, ausgesetzter Sand (47,9 %).

Gelbe (Eisenschüssige) Schichten (rechte Seite der Grubenwand) (44,7 %).


ASTOR LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

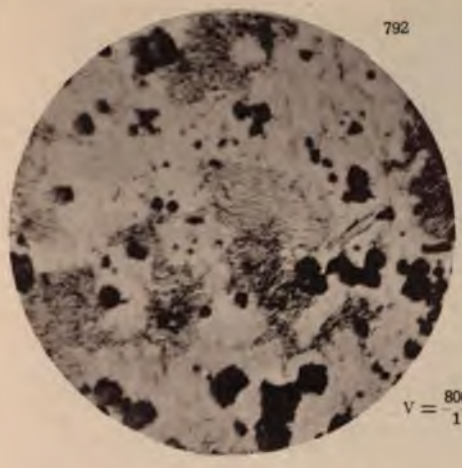
genommen in 200/1 linearer Vergrösserung

Tafel V.

Salpetersäure und Süssholz in Wasser geätzt.

4/5 verkleinert.)

792



$V = \frac{800}{1}$

807

808

812

814

818

THE NEW YORK
PUBLIC
ASTOR
TILDEN
R

ommen in 200/1 und 100/1 linearer Ve

Tafel VI.

nit Salpetersäure und Süssholz in Wasser geät

f 4/5 verkleinert.)

9.

847, Kopfmitte e.
849, Stegmitte k.
850, Fussecke m.

852, Kopf 9b, Kante (s. 851).
859, Kopf 1b, Mitte (s. 854).
856, Steg 8k, Mitte (s. 856).

847

852

V = 200/1

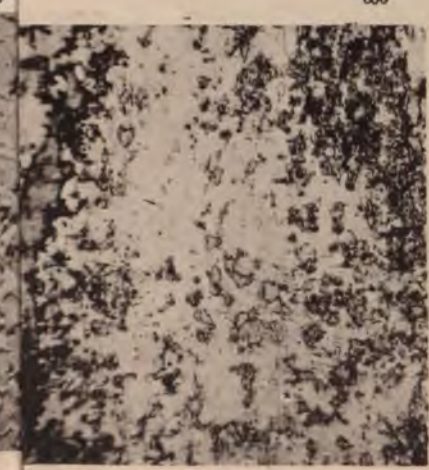
849

859

V = 100/1

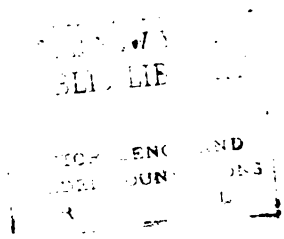
850

856



V = 100/1

Springer in Berlin.



Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XIV. Jahrgang. **1896.** Drittes Heft.

1. Ueber den Einfluß der Körperform auf die Ergebnisse von Druckversuchen.

Vom Direktor, Professor A. Martens.

Schon Gauthey, Soufflot, Perronnet (1774) Rondelet und Vicat (vor 1833) haben durch Versuche erwiesen, daß die Druckfestigkeit von geometrisch ähnlichen Prismen den Querschnittsflächen proportional ist, sowie daß sie von der Gestalt der Querschnittsfläche und von der Länge des Prismas abhängig ist. — Bauschinger, Kick u. A. haben das Gesetz der Aehnlichkeiten später bei uns eingehender studirt und viele einschlägige Versuche veröffentlicht. Bauschinger bringt in Heft 6 seiner „Mittheilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorium" — München, Theodor Ackermann — einen Auszug aus den Veröffentlichungen der oben genannten französischen Autoren und leitet aus deren Arbeiten sowie aus seinen eigenen Versuchsergebnissen für Prismen ähnlicher Querschnittsform die folgende Abhängigkeit zwischen Druckfestigkeit σ_B, Probenlänge l und Probenquerschnitt f ab:

$$\sigma_B = \alpha + \beta \sqrt{f/l} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

Hierin sind α und β Materialkonstanten, die aus Versuchsergebnissen zu bestimmen sind. Für den Vergleich von Prismen unähnlicher Querschnittsform hat Bauschinger bei Prismen von nicht zu kleinem Verhältniß $\sqrt{f/l}$ (nicht kleiner als $1/5$) aus den genannten Versuchen die Beziehung

$$\sigma_B = \left(\alpha + \beta \sqrt{f/l}\right) \sqrt{\frac{\sqrt{f}}{u/4}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

abgeleitet, worin u der Umfang der Querschnittsfläche ist. Als Annäherungswerth führt Bauschinger an Stelle von

$$\sqrt{\frac{\sqrt{f}}{u/4}} \text{ den Werth } \frac{\sqrt{f}}{u/4} \text{ ein.}$$

Um eine etwas einfachere Schreibweise zu haben, sei in Folgendem für den genauen Werth das Zeichen γ, für den angenäherten das Zeichen γ^1 und für das Längenverhältniß $\sqrt{f/l}$ das Zeichen $1/n$ gesetzt, so daß die Gleichung lautet:

$$\sigma_B = \left(\alpha + \beta \, 1/n\right) \gamma \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 3)$$

Der von der Querschnittsform abhängige Werth γ beziehentlich γ^1 nimmt dann für die für Materialprüfungsversuche allenfalls in Betracht kommenden Fälle folgende Werthe an:

für den quadratischen Querschnitt . . . . . $\gamma = 1{,}0000$ $\gamma^1 = 1{,}0000$
für den kreisförmigen Querschnitt . . . . . $\gamma = 1{,}0623$ $\gamma^1 = 1{,}1284$
für das gleichseitige Dreieck . . . . . $\gamma = 0{,}9367$ $\gamma^1 = 0{,}8774$

für das Rechteck mit dem Seitenverhältniß a/b wird für $a = 1$

$$\gamma = \sqrt{\frac{\sqrt{f}}{u/4}} = \sqrt{\frac{\sqrt{b}}{\frac{2(b+1)}{4}}} \quad \text{oder} \quad \gamma^1 = \frac{\sqrt{b}}{1/2\,(b+1)},$$

also für die folgenden Verhältnisse:

b =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
γ =	1,000	0,971	0,931	0,894	0,863	0,837	0,813	0,793	0,775	0,758	0,744	0,730
γ^1 =	1,000	0,943	0,866	0,800	0,745	0,700	0,662	0,629	0,600	0,575	0,553	0,533

Aus der Form der Gleichung

$$\sigma_B = \left(\alpha + \beta\, {}^1/_n\right)\gamma$$

ergiebt sich, daß die Ausgleichslinie durch eine Reihe von Beobachtungsergebnissen an Prismen gleichen Querschnittes von verschiedener Länge und aus gleichem, fehlerfreiem und ganz gleichmäßigem Material durch eine gerade Linie gegeben ist. An dieser Ausgleichslinie können die Werthe für α und β der Gleichung 3 ohne Weiteres und mit einer für praktische Zwecke und bei der Ungenauigkeit, die durch die Material- und Versuchsfehler ohnehin bedingt ist, völlig ausreichenden Sicherheit abgelesen werden. Man umgeht hierbei die umständliche Rechnung nach der Methode der kleinsten Quadraten, erhält in der zeichnerischen Darstellung ein klares Bild, das praktisch anschaulicher ist, als die bei der Rechnung gewonnenen Zahlenwerthe. Außerdem gewinnt man auch an der Hand der zeichnerischen Darstellung unmittelbar eine Anschauung darüber, ob nicht etwa der Ausgleich nach einer gekrümmten Linie, also nach einem anderen Gesetz, als es Bauschinger aufstellte, noch bessere Uebereinstimmung mit den Beobachtungswerthen liefern würde. Die Wahrscheinlichkeit hierfür liegt ja ohnehin vor, weil man wohl verlangen könnte, daß die für die Druckfestigkeit aufgestellte Ausgleichsrechnung auch den Fall der Knickbeanspruchung umfassen muß, also den Fall, wo $1/n < 0{,}2$ wird. Man darf auch nicht vergessen, daß die Sicherheit schwerfällig errechneter Zahlenwerthe schließlich auch nur so weit geht, als die Sicherheit der beobachteten Werthe.

Wenn man sich die Schaubilder für ein bestimmtes Material vorstellt, wie sie sich aus Gleichung 3 ergeben, so erhält man das in Fig. 1 dargestellte allgemeine Bild.

Die an Prismen quadratischen Querschnittes von verschiedenen Längen gewonnenen Werthe würden in die mit einem Quadrat bezeichnete, stark ausgezogene Linie und die an kreisförmigen Prismen gewonnenen Werthe in die mit einem Kreis bezeichnete Linie fallen müssen, während alle Werthe für Prismen mit rechteckigen Querschnitten in den durch die Linie $a/b = 1/12$ begrenzten Raum eingehen müßten. Alle an Prismen von geometrisch ähnlichen Querschnitten gewonnenen Werthe müßten in die gleiche Linie fallen, und alle auf diese Weise gewonnenen Geraden müßten sich in dem Punkte M schneiden, dessen Entfernung durch $m = 1 \cdot \alpha/\beta$, also durch das Verhältniß der beiden Materialkonstanten gegeben wäre. Die Festigkeit irgend eines Würfels $\left(\sqrt{f_1} = 1\right)$ beliebiger Größe würde ohne Weiteres durch die Summe $\alpha + \beta$ der Materialkonstanten gegeben sein.

Bauschinger theilt in seinem Heft nun eine große Zahl von Versuchsreihen mit, aus er die Konstanten α und β berechnete. Diese Versuchsreihen habe ich nachstehend in e 1 bis 4 nach den Materialien geordnet zusammengestellt und habe eigene in der hsanstalt ausgeführte und sonstige aus der Literatur entnommene Reihen hinzugefügt. Versuchsreihen habe ich zunächst nach den in Fig. 1 entwickelten Gesichtspunkten für die en Materialien ausgeglichen und die Konstanten α und β aus ihnen zeichnerisch bestimmt o dies möglich war, in die betreffenden Figuren auch die von Bauschinger errech- Werthe für α und β eingetragen (feine Linien mit Doppelpunkten). Den Tabellen sind noch einige Spalten angehängt worden, in welche, soweit dies möglich ist, für die einzelnen he die auf Grund meiner zeichnerischen Darstellung gewonnenen Werthe ($\sigma_{\square}$) für das ntische Prisma von gleichem Längenverhältnis $^1/_n$ eingetragen sind. Diese Werthe sind benutzt worden, um, unter Voraussetzung der Zulässigkeit des Bauschingerschen es (Gl. 3), die aus der chtung gefundenen Werthe it den durch das Ausgleich- ren gefundenen zu ver- n, also die Konstanten $= \gamma$ zu bestimmen. Die lwerthe aus allen diesen mmungen müßten ange- t den aus den Gleichungen beziehentlich γ^1 berechneten hen entsprechen, wenn die schingerschen Voraus- gen zutreffend sind.

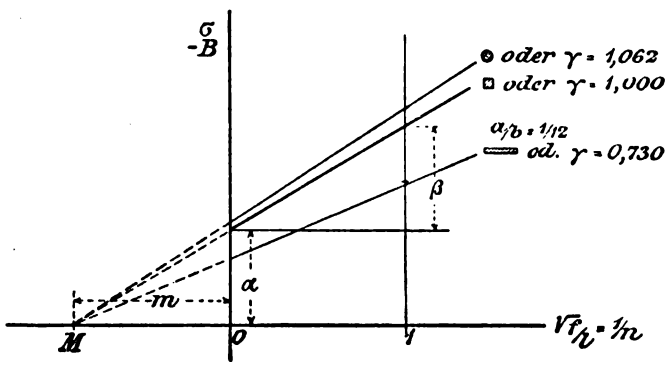


Fig. 1.

Diese Werthe von γ und γ^1 müßte man auch erhalten, wenn man aus den Versuchs- die an gleichem Material, aber an verschiedenen Querschnittsformen für verschiedene nverhältnisse gewonnenen Werthe für sich behandelt und aus jeder die Konstanten α_x β_x der geraden Ausgleichlinien zeichnerisch bestimmt oder berechnet. Die Linien müßten ann nahezu im Punkt M (Fig. 1), schneiden und die Mittel aus den Werthen $m = \alpha_x/\beta_x$ n den Punkt M mit einiger Zuverlässigkeit bestimmen lassen, da ja m für das gleiche Material Konstante sein muß.

Das in der Bauschingerschen Gleichung 3) enthaltene Gesetz der Aehnlichkeiten kann für die Druckbeanspruchung etwa wie folgt aussprechen:

> Geometrisch ähnliche Körper aus gleichem Material erfahren unter gleichen Umständen durch die gleichen Spannungen geometrisch ähnliche Formänderungen; sie haben also auch gleiche Quetsch- (σ_s) und Bruchgrenzen (σ_B).

Das Aehnlichkeitsgesetz kann natürlich streng nur für solche Körper gelten, die in sich gleichartig aufgebaut sind, d. h. auch geometrisch ähnliche Gefügeverhältnisse besitzen. ann beispielsweise auf Holz nur übertragen werden, wenn auch die Wachsthumsverhältnisse en verglichenen Proben dem Gesetz der Aehnlichkeiten entsprechen. Diese Ueberlegung der Grund, weshalb ich z. B. für die von der Versuchsanstalt und der Forstakademie berswalde gemeinsam auszuführende Untersuchung über die Festigkeitseigenschaften der

Holzarten Preußens die Entnahme von Würfeln vorschlug, derart, daß aus den Scheiben der einzelnen Stammabschnitte die Druckfestigkeiten solcher Würfel mit einander in Vergleich gestellt wurden, deren eine Kante in die Baummitte und deren gegenüberliegende Kante in die Rindenschicht fällt. Hierdurch können ja die Forderungen des Gesetzes der Aehnlichkeiten nicht streng erfüllt werden, aber es ist ihnen doch möglichst weitgehend Rechnung getragen worden; man hat dabei allerdings die sehr verschiedene Größe der Würfel in den Kauf nehmen müssen.

Wenn alle Grundbedingungen des Gesetzes der Aehnlichkeiten streng erfüllt sind und wenn man die durch die wachsende Spannung $-\sigma$ erzeugten Verkürzungen $-\lambda$ auf die Längeneinheit, also durch die Quetschung $-\lambda/l = -\varepsilon$ ausdrückt, so müssen in geometrisch ähnlichen Körpern gleiche Spannungen $-\sigma$ auch gleiche Quetschungen $-\varepsilon$ erzeugen.

> Wenn man also nach diesen beiden Größen Schaubilder verzeichnet, so müssen sie sich bei geometrisch ähnlichen Körpern gleichen Materials vollkommen decken.

Wie weit dies zutrifft und insbesondere, in welchem Maße es etwa auch noch auf geometrisch unähnliche Prismen gleichen Längenverhältnisses $\left(1/n\right)$ übertragen werden kann, wird in Folgendem zu untersuchen sein.

Aus dem Voraufgehenden wird es im Allgemeinen wohl verständlich sein, wenn hier empfohlen wird,

> bei den Materialprüfungen thunlichst immer auf den Würfel zurückzugehen; die Ergebnisse sind dann stets ohne Weiteres vergleichbar.

Aber man wird auch die Zweckmäßigkeit des weiteren Vorschlages einsehen,

> daß man die Druckversuche thunlichst auf eine Reihe von fünf Versuchen an Prismen quadratischen Querschnittes von den Verhältnissen

$$1/n = 0{,}25 \;\; 0{,}5 \;\; 1{,}0 \;\; 2{,}5 \text{ und } 5{,}0$$
$$\text{d. h. } l = \;\; 4 \;\; 2 \;\; 1 \;\; 0{,}4 \text{ und } 0{,}2 \sqrt{f}$$

> ausdehnen möge.

Diese Reihe würde den Würfel einschließen und zugleich eine ziemlich gute Bestimmung der Konstanten α und β beziehentlich $m = \alpha/\beta$ gestatten, und damit wären dann die Grundlagen für die Berechnung der Druckfestigkeit prismatischer Körper nach dem Bauschinger'schen Gesetz gegeben, soweit dieses anwendbar ist.

Besprechung der Versuchsergebnisse.

In Tab. 1 sind einige Ergebnisse älterer Versuche über die Druckfestigkeiten von Würfeln verschiedener Größe aus gleichem Material mitgetheilt. Aus allen 12 Versuchsreihen geht die strenge Gültigkeit des Gesetzes der Aehnlichkeiten deutlich hervor;

> man darf also aus den an Würfeln verschiedener Größe gewonnenen Werthen für σ_B ohne Weiteres die Mittel bilden.

Auch aus Tab. 2 ergiebt sich die Bestätigung des Gesetzes der Aehnlichkeiten bei verschiedenen Materialien und mannigfachen Körperformen. Aus den Kick'schen Versuchen mit Cylindern aus Kupfer erkennt man ganz besonders gut die weitgehende Uebereinstimmung der an Körpern von verschiedenen Abmessungen gewonnenen Werthe, d. h. auch den Zusammenfall der nach $-\sigma$ und $-\varepsilon$ aufgetragenen Schaulinien. Der letzte Abschnitt von Tab. 3 beweist, daß das Gesetz der Aehnlichkeiten auch dann befriedigt wird, wenn die geometrisch ähnlichen Probekörper aus geometrisch ähnlichen Theilen in gleicher Weise zusammengefügt sind. Hierin liegt einer der Gründe für die von den Konferenzen zur Vereinbarung einheitlicher

Tabelle 1. Druckfestigkeit würfelförmiger Körper.

Versuche von	Versuchsreihe	Abmessungen a cm	b cm	l cm	f qcm	$\sqrt{f}$ cm	$\sqrt{f/l}$	σ_B at	Mittel σ_B at	Bemerkungen
Rondelet (vor 1833) (l'art de bâtir)	1	3	3	3	9	3	1	269		Gestein.
		4	4	4	16	4	1	266		
		5	5	5	25	5	1	266		
		6	6	6	36	6	1	271	**268**	
derselbe	2	3	3	3	9	3	1	117		anderes Gestein.
		4	4	4	16	4	1	114		
		5	5	5	25	5	1	125		
		6	6	6	36	6	1	123	**120**	
derselbe	3	3	3	3	9	3	1	55		anderes Gestein.
		4	4	4	16	4	1	55		
		5	5	5	25	5	1	55		
		6	6	6	36	6	1	56	**55**	
Vicat (vor 1833) Lauschinger „Mitthlg." Heft 6)	4	1,0	1,0	1,0	1,00	1,0	1	42,2		Gips.
		1,2	1,2	1,2	1,44	1,2	1	40,6		
		2,2	2,2	2,2	4,84	2,2	1	34,5	**39,1**	
derselbe	5	2	2	2	4	2	1	74,0		Gips Nr. 4.
		3	3	3	9	3	1	73,9	**74,0**	
derselbe	6	1	1	1	1	1	1	33,5		Lufttrockener Ziegelthon.
		2	2	2	4	2	1	33,4	**33,5**	
derselbe	7	1	1	1	1	1	1	53,1		Feiner Sandstein.
		1,5	1,5	1,5	2,25	1,5	1	52,0	**52,6**	
derselbe	8	1	1	1	1	1	1	17,6		Mörtel, 14 Jahre alt, aus Fettkalk u. Sand.
		2	2	2	4	2	1	17,7	**17,7**	
derselbe	9	1	1	1	1	1	1	18,0		desgl. andere Mischung.
		2	2	2	4	2	1	17,0	**17,5**	
derselbe	10	1	1	1	1	1	1	21,3		desgl. noch andere Mischung.
		2	2	2	4	2	1	21,1	**21,2**	
derselbe	11	1	1	1	1	1	1	15,5		desgl. aus Fettkalk u. thonigem Sand.
		2	2	2	4	2	1	15,6	**15,6**	
Lauschinger (1872) Mitthlg. München" Heft 6 Tab. III)	12	5,20	5,20	5,05	27,04	5,20	1,03	690		Sehr feiner graublauer Schweizersandstein; Druck senkrecht zum Lager.
		6,00	5,85	5,70	35,10	5,93	1,04	670		
		6,70	6,70	6,55	44,89	6,70	1,03	680		
		8,40	8,20	8,50	68,88	8,30	0,98	710		
		8,50	8,50	8,70	72,25	8,50	0,98	708		
		9,95	9,85	9,60	98,01	9,90	1,03	680		
		10,00	9,85	9,70	98,50	9,92	1,02	685	**689**	

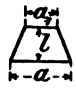
fungsverfahren für Bau- und Konstruktionsmaterialien (Beschlüsse der Kon- zen zu München und Dresden S. 30) empfohlene Ausführung der Druckversuche an elsteinen, die nach diesen Beschlüssen in zwei Hälften zu zersägen, mit Cement zu einem zu würfelförmigen Körper auf einander zu mauern sind; die beiden Druckflächen werden falls mit Cement eben und parallel gemacht.

Bei der Benutzung dieses letzteren Verfahrens darf man aber nicht außer Acht lassen, mit der Herstellung und Benutzung würfelförmiger Probekörper noch keineswegs ohne teres die Gewinnung gleicher Druckfestigkeiten verknüpft ist, wie sie an einem einheitlichen felförmigen Stück gefunden sein würden, das also ganz aus dem gleichen Material besteht, der Ziegelstein. Als praktischen Anlaß zur Wahl dieser Probenform für die Druckversuche Ziegelsteinen muß man vielmehr auch die Thatsache ansehen, daß mit vermindertem Werth

$1/n$ im Allgemeinen geringere Kräfte zum Zerdrücken erforderlich werden (vergl. weiter unte[illegible] und daß man den Stein doch prüfen kann, ohne seinen Zustand anders als durch das Z[illegible] sägen zu stören.

Daß aber geometrisch gleiche Körper aus gleichem Material nicht immer die gleich[illegible] Druckfestigkeiten liefern, wenn sie ein Mal aus einem Stück und ein anderes Mal aus mehrer[illegible] Stücken zusammengesetzt sind, erkennt man aus den letzten der Versuchsgruppen in Tab. letzte Spalte. Ob bei fester Verbindung der Theile durch ein Bindemittel die Unterschie[illegible] in den Druckfestigkeiten zusammengefügter und einheitlicher Körper ganz verschwinden, ka[illegible] nur an der Hand von Versuchen entschieden werden.

Tabelle 2. Druckfestigkeit geometrisch ähnlicher Körper.

Versuche von	Versuchsreihe Nr.	Abmessungen a cm	b cm	l cm	f qcm	$\sqrt{f}$ cm	$\sqrt{f/l}$	σ_B at	Mittel σ_B at	Bemerkungen
Vicat (vor 1833) „Mitth. München" Heft 6	1	1	1	2	1	1	0,50	42,0		Gips.
		2	2	4	4	2	0,50	41,3	41,7	
	2	1	1	0,5	1	1	2,00	46,3		desgl.
		2	2	1,0	4	2	2,00	43,1	44,7	
Bauschinger (1872)	3	6,60	6,50	4,75	42,90	6,55	1,38	676		Sehr feiner grauer blauer Schweizersandstein.
		9,95	9,80	7,00	97,51	9,87	1,41	677	677	
Rondelet (vor 1833)	4	1,75	Kugel		2,41[1]	—	—	14,5		Gips. [1]) Meridianfläche.
		2,25	„		3,98[1]	—	—	14,0	14,3	
derselbe	5	1,78	„		2,49[1]	—	—	10,1		lufttrockener Ziegelthon.
		2,28	„		4,08[1]	—	—	9,9	10,0	
derselbe	6	1,70	„		2,27[1]	—	—	6,02		Kreide und Sand.
		2,50	„		4,91[1]	—	—	6,66	5,84	
derselbe	7	1,00	Pyramidenstumpf		0,44	a : a_1 : l =		45,5		Kreide. 
					1,00			20,0	46,2	
		1,50	„		1,00	1 : 0,66 : 1,6		46,8		
					2,25			20,8	20,4	
derselbe	8	2,00	„		1,00	1 : 0,5 : 1,5		84,5		Gips Nr. 4.
					4,00			21,1	83,0	
		3,00	„		2,25			81,4		
					9,00			20,3	20,7	

Cylinder aus bildsamer Porzellanmasse.

(Nach Kick, Gesetz der proportionalen Widerstände S. 43.)

Die Kickschen Beobachtungswerthe sind auf $-\sigma$ und $-\varepsilon$ umgerechnet. d = 5,1; 3,5 cm; l = 6,6 und 4,4 cm.

Druckspannungen $-\sigma$ at	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Stauchungen $-\varepsilon$ für d = 5,1 cm	0,000	0,050	0,119	0,203	0,297	0,396	0,474	0,525	0,563	0,592	0,614
d = 3,5 cm	0,000	0,054	0,125	0,213	0,310	0,409	0,473	0,516	0,548	0,574	0,598

Kupfer-Cylinder.

d = 1,8 : 1,0 cm. l = 1,8 : 1,0 cm (Kick, Gesetz u. s. w.).

Druckspannungen $-\sigma$ at	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	7870	8000
[illegible]chungen $-\varepsilon$ für d = 1,8 cm	0,000	0,027	0,069	0,132	0,208	0,284	0,358	0,420	0,457	0,462
d = 1,0 cm	—	—	—	—	—	—	—	—	0,460	—
d = 1,51 cm	Das Schaubild fällt nahezu mit demjenigen für d = 1,8 cm zusammen. (Die Beobachtungswerthe sind im Original nicht mitgetheilt.)									

Körper, die aus mehreren Stücken ohne Bindemittel zusammengesetzt sind.

Versuche von	Versuchsreihe	Abmessungen a cm	b cm	l cm	f qcm	$\sqrt{f}$ cm	$\sqrt{f/l}$	σ_B at	Mittel σ_B at	Bemerkungen
Vicat (vor 1833) „Mittlg. München" Heft 6	1	Siehe Tabelle 1 Reihe 5.					1	—	74,0	Gips Nr. 4 aus 1 Stück.
	2	2	2	2 × 1	4	2	1	67,9		
		3	3	2 × 1,5	9	3	1	68,0	68,0	desgl. aus 2 Stücken nach Fig. 2.
derselbe	3	2	2	2 × 1	4	2	1	57,9		
		3	3	2 × 1,5	9	3	1	57,6	57,8	desgl. aus 4 Stücken nach Fig. 3.
derselbe	4	2	2	2 × 1	4	2	1	62,7		
		3	3	2 × 1,5	9	3	1	62,5	62,6	desgl. aus 8 Stücken nach Fig. 4.
derselbe	5	2	2	2	4	2	1	42,4		
		2	2	2	4	2	1	42,5	42,5	desgl. Nr. 2 aus 1 Stück.
derselbe	6	2	2	2 × 1	4	2	1	39,6	39,6	desgl. Nr. 2 aus 2 Stücken Fig. 2.
derselbe	A 5	2	2	2	4	2	1,00	42,5	[1])1,000	Gips Nr. 2 aus 1 Stück.
	A 6	2	2	2 × 1	4	2	1,00	39,6	0,942	aus 2 Stücken.
derselbe	B 7	2	2	4	4	2	0,50	41,3	1,000	desgl. aus 1 Stück.
		2	2	4 × 1	4	2	0,50	36,7	0,890	aus 4 Stücken.
derselbe	8	2	2	8	4	2	0,25	40,5	1,000	desgl. aus 1 Stück.
		2	2	8 × 1	4	2	0,25	35,5	0,878	aus 8 Stücken.

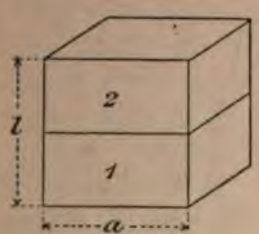


Fig. 2.

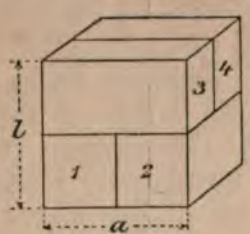


Fig. 3.

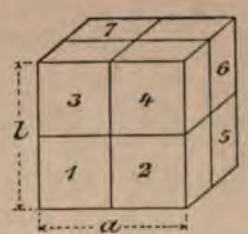


Fig. 4.

Solche Versuche sind von Bauschinger (Heft 10, S. 7 u. f.) veröffentlicht. Er sagt (S. 10), daß er zuweilen beim Zerdrücken von Würfeln aus zwei auf einander gemauerten Ziegelsteinhälften größere Bruchfestigkeiten gefunden habe, als an Steinen, die er nach dem Abgleichen der Druckflächen mit Cementmörtel und unter Benutzung von Filzzwischenlagen am ganzen Stein gefunden hat. „Dieses, auf den ersten Anblick auffällige Resultat", sagt Bauschinger, „erklärt sich wohl aus dem Gebrauch von Filzbeilagen bei meinem älteren Verfahren und vielleicht auch aus der anderen Beschaffenheit der Mörtelbänder (reiner Cement bei den würfelähnlichen Proben und Mörtel aus 1 Cement + 3 Sand bei seinen älteren Versuchen). Die beiden Ziegelsorten im alten bayerischen Format dagegen gaben nach meinem älteren Verfahren bedeutend größere Druckfestigkeiten, als nach dem neueren." Diese Verhältnisse sind eingehenderen Studiums durch neue Versuche werth, die in Aussicht genommen sind.

Die Beschaffenheit der Druckflächen ist, wie man sieht, von wesentlichem Einfluß auf das Ergebniß des Druckversuches. Bauschinger hat auch in seinen „Mittheilungen" diesen Gegenstand wiederholt (seit 1873) behandelt. Er hat besonders nachgewiesen, daß die Druckflächen eben bearbeitet (gehobelt, geschliffen u. s. w.) sein müssen, und zwar sowohl die Flächen am Probekörper, als auch die Druckflächen der Maschinen. Die letzteren müssen besonders

[1]) Die Zahlen der letzten Spalten bedeuten die Verhältnisse zwischen σ_B.

hart sein, wenn sie für alle Fälle ausreichend sein sollen. Weiche Druckflächen, etwa durch Zwischenlage von weichen Materialien erzeugt, würden das Ergebniß der Bruchfestigkeit in schwer kontrolirbarer Weise beeinflussen, sobald sie so weich und nachgiebig sind, daß beim Versuch ihre Quetschgrenze überschritten wird und sie vom Mittelpunkt der Druckflächen nach dem Umfang zu fließen beginnen. Liegt die Quetschgrenze der weichen Zwischenlagen hoch genug, so wird der Körper, etwa ein Steinwürfel, in fast gleicher Weise zu Bruche gehen, wie wenn er mit ebenen Flächen bei voller Anlage beansprucht war; die Bruchercheinungen werden ganz ähnliche und die Festigkeit erscheint wenig beeinträchtigt. Liegt dagegen die Quetschgrenze der weichen Zwischenlage verhältnißmäßig tief, so werden die Bruchformen wesentlich andere, und damit wird auch die Festigkeit verringert. Dies geschieht sowohl in Folge der Veränderung der widerstehenden Kräfte ϱ, die in den Auflagerflächen die Querausdehnung zu hindern streben, als auch in Folge der sprengenden Wirkung der als zähe Flüssigkeit wirkenden weichen Zwischenlage, die die etwa zugänglichen Vertiefungen und Höhlungen ausfüllend, den Körper gleichsam durch inneren Druck auseinander sprengt. Durch das seitliche Auseinanderfließen der Zwischenlage können die Kräfte ϱ nicht nur den Betrag Null erreichen, sie können sogar ihre Richtung umkehren und müssen dann eine beträchtliche Verminderung der Druckfestigkeit hervorrufen. „Daher kann es kommen, daß Beilagen aus einer und derselben Bleiplatte die Druckfestigkeit eines weichen Sandsteins gar nicht änderte, die eines härteren und festeren Sandsteines oder eines weicheren Kalksteines nur wenig und dagegen die eines Granites sehr bedeutend, bis auf die Hälfte verringern kann, wobei sich im ersteren Falle immer Pyramiden, im zweiten Pyramiden oder solche mit Lamellen gemischt und im dritten Falle stets Lamellen als Bruchstücke bilden. In letzteren Fällen ist dann selbstverständlich auch die Druckfestigkeit von der Höhe der Probestücke bis zu einem gewissen Grade nach auf- und abwärts unabhängig" (Bauschinger, „Mitthlg., München," Heft 18, S. 5).

Man erkennt leicht aus den voraufgehenden Darlegungen, daß das Gesetz der Aehnlichkeiten außer durch den Gefügebau des geprüften Körpers auch noch durch die Nebenumstände gestört werden kann, unter denen der Versuch ausgeführt wird.

In Tab. 3 Nr. 35 bis 67 und in Fig. 5 sind die Ergebnisse von Versuchen aufgeführt, die Bauschinger mit Probekörpern erhielt, welche aus einer einzigen Platte sehr feinen graublauen Schweizer-Sandsteines herausgeschnitten waren. Die Ergebnisse sind nach wachsendem Längenverhältniß $^1/_n = \sqrt{f/l}$ aufgetragen, und man erkennt aus Fig. 1 Taf. VII, daß die Punkte in den einzelnen Gruppen sich mit einiger Zuverlässigkeit durch eine gerade Linie ausgleichen lassen. Zu bemerken ist noch, daß ich zuvor die an Prismen von rechteckigem Querschnitt mit Hülfe der aus Fig. 2 Taf. VII entnommenen Zahlenwerthe für γ auf den quadratischen Querschnitt umrechnete, dann erst die stark ausgezogenen Ausgleichgrade nach dem Augenmaß (mit Hülfe einer auf Pauspapier gezogenen geraden Linie) entwarf und hierauf erst die strichpunktirte Gerade einzeichnete, die dem von Bauschinger nach der Methode der kleinsten Quadrate errechneten Werthe $\sigma_B = 262 + 320\ ^1/_n$ (für Nr. 35 bis 50) und $\sigma_B = 310 + 346\ ^1/_n$ (für Nr. 51 bis 67) entspricht. Die Linien fallen ziemlich weit auseinander; wahrscheinlich weil bei Berechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate allen Einzelwerthen gleiches Gewicht beigelegt wurde und weil beim Ausgleich nach dem Augenmaß man unwillkürlich den Punkten, welche dem Gesetz der geraden Linie am besten entsprechen, ein etwas größeres Gewicht beilegen wird. Ich halte dies für einen gewissen Vorzug des zeichnerischen Verfahrens, so lange eben dies Gesetz in den aufgetragenen Punktreihen auf den ersten Blick deutlich erkannt werden

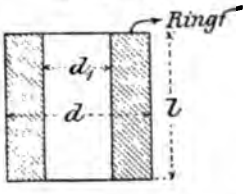
Tabelle 3. Druckverſuche mit prismatiſchen Körpern.

	Verſuchsreihe Nr.	Abmeſſungen a d cm	b cm	l cm	f qcm	$\sqrt{f}$ cm	$\sqrt{f}/l$	a/b	γ	Beobachtet γ	σ_B at	Berechnet $\sigma_\square$ at	Bemerkungen
	1	2	2	5	4	2	0,40				28,7		Luftziegel.
chen"	2	2	2	2	4	2	1,00				33,5		desgl. Würfel.
	3	2	—	2	3,14	1,77	0,88		1,062	1,020	34,2	32,2	desgl. Cylinder.
	4	1	1	5	1	1	0,20				42,1		Gips.
	5	1	1	2	1	1	0,50				42,0		
	6	2	2	4	4	2	0,50				41,3		
	7	1	1	1	1	1	1,00				39,1		
	8	1	1	1	1	1	1,00				42,2		desgl. (ob derſelbe?)
	9	1	1	0,5	1	1	2,00				46,3		
	10	2	2	1	4	2	2,00				43,1		
	11	2	2	8	4	2	0,25				38,0		Gips Nr. 2.
	12	2	2	4	4	2	0,50				41,4		
	13	2	2	2	4	2	1,00				42,4		
	14	2	2	2	4	2	1,00				42,4		desgl. Würfel.
	15	2	—	2	3,14	1,77	0,88		1,062	1,008	42,7	40,3	Cylinder.
	16	2	2	2	4	2	1,00				115		Gips Nr. 3 Würfel.
	17	2	—	2	3,14	1,77	0,88		1,062	1,018	117	110	Cylinder.
	18	2	2	2	4	2	1,00				74,0		Gips Nr. 4 Würfel.
	19	2	—	2	3,14	1,77	0,88		1,062	1,008	74,3	70,0	Cylinder.
	20	2	2	10	4	2	0,20				19,9		Kreide und Sand.
	21	2	2	9	4	2	0,22				19,5		
	22	2	2	8	4	2	0,25				19,0		
	23	2	2	7	4	2	0,29				19,3		
	24	2	2	6	4	2	0,33				19,5		
	25	2	2	5	4	2	0,40				19,8		
	26	2	2	4	4	2	0,50				19,2		
	27	2	2	3	4	2	0,67				19,6		
	28	2	2	2	4	2	1,00				19,5		
	29	2	2	1,5	4	2	1,33				21,4		
	30	2	2	1,0	4	2	2,00				32,6		
	31	2	2	2	4	2	1,00				19,5		desgl. Würfel.
	32	2	—	2	3,17	1,77	0,88		1,062	1,035	20,2	19,0	Cylinder.
	33	2	2	2	4	2	1,00				245		Kalkſtein Würfel.
	34	2	—	2	3,17	1,77	0,88		1,062	1,020	249	234	Cylinder.
er	35	10,00	9,90	29,50	99,00	9,95	0,35				444		Sehr fein. graublauer Schweizer-
	36	10,00	9,80	19,90	98,00	9,90	0,50				470		ſandſtein; Druck parallel zum
hen"	37	9,90	9,80	14,20	97,02	9,85	0,69				557		Lager.
	38	10,00	9,80	9,70	98,00	9,90	1,02				602		(Fig. 1a Taf. VII.)
	39	8,30	8,20	8,10	68,06	8,25	1,02				587		
	40	9,95	9,80	7,00	97,51	9,87	1,41				677		
	41	6,60	6,50	4,75	42,90	6,55	1,38				676		
	42	8,20	8,00	4,90	65,60	8,10	1,66				755		
	43	9,75	9,66	5,40	94,09	9,70	1,80				659		
	44	4,50	4,00	2,00	18,00	4,24	2,12				890		
	45	4,80	4,00	2,00	19,20	4,38	2,19				1145		
	46	4,80	4,60	1,40	22,08	4,70	3,36				1540		
	47	4,85	2,80	1,40	13,58	3,68	2,63	1,73	0,982		1030	1048	
	48	10,00	7,90	3,00	79,00	8,89	2,96	1,27	0,995		987	993	$\sigma_\square$ in Fig. 1a mit ×
	49	9,80	3,80	2,00	37,24	6,10	3,05	2,58	0,947		1075	1135	bezeichnet.
	50	10,00	4,70	1,40	47,00	6,86	4,90	2,12	0,965		1850	1915	

Versuche von	Versuchsreihe Nr.	Abmessungen a d cm	b cm	l cm	f qcm	$\sqrt{f}$ cm	$\sqrt{f/l}$	a/b	γ	Beobachtet γ	σ_B at	Berechnet $\sigma_\square$ at	Bem
Bauschinger (1872) „Mitthlg. München" Heft 6	51	8,50	8,50	8,70	72,25	8,50	0,98				705		Sehr feiner Sandstein zum Lage (Fig.
	52	8,40	8,20	8,50	68,88	8,30	0,98				710		
	53	10,00	9,85	9,70	98,50	9,95	1,02				685		
	54	9,95	9,85	9,60	98,01	9,90	1,03				680		
	55	6,70	6,70	6,55	44,89	6,70	1,03				680		
	56	5,20	5,20	5,05	27,04	5,20	1,03				690		
	57	6,00	5,85	5,70	35,10	5,93	1,04				670		
	58	4,65	4,60	2,00	21,39	4,62	2,31				910		
	59	4,80	4,80	2,05	23,04	4,80	2,34				1130		
	60	4,95	4,85	2,05	24,01	4,90	2,39				1080		
	61	4,50	4,25	1,10	19,12	4,37	3,98				1880		
	62	4,80	4,40	1,10	21,12	4,60	4,18				1750		
	63	4,80	4,70	1,10	22,56	4,75	4,32				1950		
	64	4,75	3,00	2,00	14,25	3,78	1,89	1,58	0,987		807	816	
	65	10,00	4,00	2,05	40,00	6,33	3,09	2,50	0,950		1125	1185	$\sigma_\square$ in beze
	66	10,00	4,30	2,10	43,00	6,56	3,13	2,32	0,957		1405	1470	
	67	9,70	4,40	1,10	42,68	6,53	5,94	2,21	0,961		2140	2230	
derselbe	68	9,25	9,18	36,3	84,91	9,22	0,25				381		Feinkörnige stein von temberg; Lager. (Fig.
	69	9,20	9,15	28,95	84,18	9,18	0,32				380		
	70	9,20	9,17	23,10	84,36	9,19	0,40				395		
	71	9,15	9,15	19,50	83,72	9,15	0,47				418		
	72	9,05	9,15	12,45	82,99	9,11	0,73				440		
	73	9,12	9,17	7,95	83,63	9,14	1,15				446		
	74	9,20	9,10	5,95	83,72	9,15	1,54				463		
	75	9,20	9,20	3,90	84,64	9,20	2,36				628		
	76	9,20	9,22	2,73	84,82	9,21	3,37				790		
	77	9,20	—	36,25	66,47	8,15	0,23		1,062		451	424	derselbe St zum Lag
	78	9,15	—	29,10	65,75	8,11	0,28		1,062		467	438	
	79	9,15	—	22,80	65,75	8,11	0,35		1,062		464	435	
	80	9,10	—	19,40	65,04	8,06	0,41		1,062		427	402	
	81	9,22	—	12,20	66,76	8,17	0,67		1,062		463	434	
	82	9,25	—	7,45	67,20	8,20	1,10		1,062		480	452	
	83	9,30	—	5,85	67,93	8,24	1,31		1,062		494	565	
	84	9,20	—	4,00	66,47	8,15	2,04		1,062		602	566	
	85	9,15	—	2,90	65,75	8,11	2,70		1,062		806	757	
derselbe	86	12,40	12,40	64,75	153,76	12,4	0,19				413		Feinkörnig Eltmann deutliche gleicher zum Lag (Fig.
	87	12,35	12,35	33,30	152,52	12,3	0,37				435		
	88	12,40	12,45	23,80	154,38	12,4	0,52				442		
	89	12,40	12,50	17,40	155,00	12,4	0,71				474		
	90	12,40	12,60	14,85	156,24	12,5	0,84				464		
	91	12,40	12,55	12,50	155,62	12,5	1,00				472		
	92	12,45	12,45	6,95	155,00	12,5	1,80				548		
	93	12,40	12,50	6,20	155,00	12,5	2,02				587		
	94	12,45	12,35	4,25	153,76	12,4	2,92				650		
	95	12,35	9,45	27,10	116,71	10,80	0,40	1,31	0,994		418	420	
	96	12,35	9,35	12,35	115,47	10,75	0,87	1,32	0,994		459	461	
	97	12,35	9,35	10,00	115,47	10,75	1,08	1,32	0,994		489	492	
	98	12,30	9,35	4,85	115,00	10,75	2,23	1,32	0,994		674	678	
	99	12,35	6,10	22,65	75,33	8,68	0,38	2,03	0,968		431	445	
	100	12,35	6,15	17,90	75,95	8,72	0,49	2,01	0,969		464	479	
	101	12,30	6,10	9,10	75,33	8,68	0,95	2,02	0,968		485	500	
	102	12,30	6,05	6,10	74,41	8,63	1,42	2,03	0,968		502	519	
	103	12,30	6,10	3,05	75,03	8,66	2,82	2,02	0,968		663	685	

	Versuchsreihe Nr.	Abmessungen a d cm	b cm	l cm	f qcm	$\sqrt{f}$ cm	$\sqrt{f/l}$	a/b	γ	Beobachtet γ	Beobachtet σ_B at	Berechnet $\sigma_{(.)}$ at	Bemerkungen
er	104	3,70	3,40	2,85	12,58	3,55	1,24	1,09	0,999		230	230	Perlmooser Portlandcement;
chen"	105	4,80	4,30	2,85	20,64	4,54	1,59	1,12	0,998		340	341	Platte 90 Tage alt; 1 Cement
	106	6,30	6,30	2,85	39,69	6,30	2,21	1,00	1,00		375	375	+ 2 Gerölsand.
	107	8,00	7,00	2,85	56,00	7,48	2,62	1,14	0,998		450	451	(Fig. 5 Taf. VII.)
	108	4,60	3,60	2,85	16,60	4,07	1,43	1,28	0,995		280	282	
	109	4,75	3,40	2,85	16,15	4,02	1,41	1,40	0,992		320	322	
	110	6,00	3,75	2,85	22,50	4,75	1,67	1,60	0,987		330	334	
	111	6,75	3,40	2,85	22,95	4,79	1,68	1,98	0,971		330	340	
	112	15,80	7,00	2,85	110,60	10,50	3,68	2,25	0,960		500	521	
	113	10,60	3,55	2,85	37,63	6,14	2,16	3,00	0,930		350	377	
	114	15,50	4,50	2,85	69,75	8,35	2,93	3,45	0,913		390	427	
	115	12,50	2,90	2,85	36,25	6,02	2,12	4,31	0,885		330	384	
	116	7,07	7,07	7,07	50,00	7,07	1,00				192		Portlandcement-Mörtel; 1 Ce-
-Btg.	117	7,07	7,07	7,07	50,00	7,07	1,14				212		ment + 4 preuß. Normalsand,
2.	118	7,07	7,07	7,07	50,00	7,07	1,33				227		auf gleiches spezif. Gew. ein-
	119	7,07	7,07	7,07	50,00	7,07	1,60				274		geschlagen; 28 Tage alt.
	120	7,07	7,07	7,07	50,00	7,07	2,00				347		(Fig. 5 Taf. VII.)
stalt	121	2,98	2,98	2,98	8,88	2,98	1,00				760 [1]		Hartblei aus 50 Zinn, 40 Blei,
urg	122	2,97	2,97	2,97	8,82	2,97	1,00				830		10 Antimon.
	123	2,97	2,97	2,97	8,82	2,97	1,00				730	773	(Fig. 6 Taf. VII.)
	124	2,97	2,96	1,98	8,79	2,96	1,51				850 [1]		[1]) Quetschgrenze (σ_S).
	125	2,96	2,96	2,00	8,76	2,96	1,48				880		
	126	2,97	2,97	2,00	8,82	2,97	1,49				900	877	
	127	2,96	2,96	1,00	8,76	2,96	2,96				1050		
	128	2,97	2,97	1,00	8,82	2,97	2,96				950		
	129	2,97	2,97	1,01	8,82	2,97	2,94				1110	1037	
	130	2,26	—	2,02	4,01	2,00	1,0		1,060		790		
	131	2,26	—	2,02	4,01	2,00	1,0		1,060		840		
	132	2,26	—	2,02	4,01	2,00	1,0		1,060		860	781	
393)	133	2,82	2,82	12,50	7,87	2,81	0,22	1,0	1,000		3820		Gußeisen; je 1 Versuch; alle
	134	2,82	2,82	12,50	7,81	2,79	0,22	1,0	1,000		4490	4155	Proben aus der gleichen
	135	2,82	2,82	7,47	7,84	2,80	0,37	1,0	1,000		4994		Platte geschnitten; quadrati-
	136	2,82	2,82	7,50	7,90	2,81	0,37	1,0	1,000		4678	4836	scher Querschnitt.
	137	2,82	2,82	5,02	7,78	2,79	0,56	1,0	1,000		4700		(Fig. 7b u. 8 Taf. VII.)
	138	2,82	2,82	5,02	7,78	2,79	0,56	1,0	1,000		5341	5021	
	139	2,82	2,82	2,51	7,73	2,78	1,11	1,0	1,000		5986		
	140	2,82	2,82	2,51	7,78	2,79	1,12	1,0	1,000		(4560) [2]	5986	[2]) unzuverlässig.
	141	2,82	2,82	1,27	7,73	2,78	2,19	1,0	1,000		7000		
	142	2,82	2,82	1,27	7,78	2,79	2,20	1,0	1,000		7166	7083	
	143	2,82	2,82	0,28	7,95	2,82	10,10	1,0	1,000		<(12500)		
	144	2,82	2,82	0,28	7,95	2,82	10,10	1,0	1,000		<(12500)	<(12500)	
	145	2,82	—	12,49	6,16	2,48	0,20				4610		desgl. Cylinder.
	146	2,82	—	12,51	6,25	2,50	0,20				4025		(Fig. 7a u. 8.)
	147	2,82	—	7,50	6,16	2,48	0,33				4810		
	148	2,82	—	7,50	6,25	2,50	0,33				4247		
	149	2,82	—	5,00	6,16	2,48	0,50				5276		
	150	2,82	—	5,00	6,25	2,50	0,50				5120		
	151	2,82	—	2,49	6,16	2,48	1,00				5930		
	152	2,82	—	2,50	6,25	2,50	1,00				5900		
	153	2,82	—	1,24	6,16	2,48	2,00				7208		
	154	2,82	—	1,24	6,20	2,49	2,00				6887		
	155	2,82	—	0,25	6,16	2,48	9,99				14610		
	156	2,82	—	0,25	6,25	2,50	10,00				13960		

Versuche von	Versuchsreihe Nr.	Abmessungen a/d cm	b cm	l cm	f qcm	$\sqrt{f}$ cm	$\sqrt{f/l}$	a/b	γ	Beobachtet γ	Beobachtet σ_B at	Berechnet $\sigma_\square$ at	Bemerkungen
Versuchsanstalt Charlottenburg (1893)	157	2,50	2,50	12,50	6,25	2,50	0,20	1,00	1,000		4570		Gußeisen; je 1 Versu
	158	2,50	2,50	7,50	6,25	2,50	0,33	1,00	1,000		—		Proben aus der
	159	2,50	2,50	5,00	6,25	2,50	0,50	1,00	1,000		—		Platte geschnitten; re
	160	2,50	2,50	2,50	6,25	2,50	1,00	1,00	1,000		5810		Querschnitt.
	161	2,50	2,50	1,25	6,25	2,50	2,00	1,00	1,000		7390		(Fig. 7 u. 8 Taf. V
	162	2,50	2,50	0,25	6,25	2,50	10,00	1,00	1,000		—		
	163	2,04	3,07	12,50	6,25	2,50	0,20	1,15	0,998		4750		desgl. (Fig. 7 u. 8.)
	164	2,04	3,07	7,50	6,25	2,50	0,33	1,15	0,998		5100		
	165	2,04	3,07	5,00	6,25	2,50	0,50	1,15	0,998		5260		
	166	2,04	3,07	2,50	6,25	2,50	1,00	1,15	0,998		5820		
	167	2,04	3,07	1,25	6,25	2,50	2,00	1,15	0,998		7380		
	168	2,04	3,07	0,25	6,25	2,50	10,00	1,15	0,998		(15500)		
	169	1,76	3,55	12,50	6,25	2,50	0,20	2,00	0,971		4170		desgl. (Fig. 7 u. 8.)
	170	1,76	3,55	7,50	6,25	2,50	0,33	2,00	0,971		5000		
	171	1,76	3,55	5,00	6,25	2,50	0,50	2,00	0,971		5270		
	172	1,76	3,55	2,50	6,25	2,50	1,00	2,00	0,971		5740		
	173	1,76	3,55	1,25	6,25	2,50	2,00	2,00	0,971		7230		
	174	1,76	3,55	0,25	6,25	2,50	10,00	2,00	0,971		(15500)		
	175	1,25	5,00	12,50	6,25	2,50	0,20	4,00	0,895		4190		desgl. (Fig. 7 u. 8.)
	176		5,00	7,50	6,25	2,50	0,33	4,00	0,895		—		
	177		5,00	5,00	6,25	2,50	0,50	4,00	0,895		—		
	178		5,00	2,50	6,25	2,50	1,00	4,00	0,895		5410		
	179		5,00	1,25	6,25	2,50	2,00	4,00	0,895		—		
	180		5,00	0,25	6,25	2,50	10,00	4,00	0,895		(15500)		
	181	0,88	7,10	12,50	6,25	2,50	0,20	8,00	0,794		3760		desgl. (Fig. 7 u. 8.)
	182	0,88	7,10	7,50	6,25	2,50	0,33	8,00	0,794		—		
	183	0,88	7,10	5,00	6,25	2,50	0,50	8,00	0,794		—		
	184	0,88	7,10	2,50	6,25	2,50	1,00	8,00	0,794		5930		
	185	0,88	7,10	1,25	6,25	2,50	2,00	8,00	0,794		—		
	186	0,88	7,10	0,25	6,25	2,50	10,00	8,00	0,794		(15500)		
	187	0,72	8,68	12,50	6,25	2,50	0,20	12,00	0,730		3390		desgl. (Fig. 7 u. 8.)
	188		8,68	7,50	6,25	2,50	0,30	12,00	0,730		4400		
	189		8,68	5,00	6,25	2,50	0,50	12,00	0,730		4220		
	190		8,68	2,50	6,25	2,50	1,00	12,00	0,730		5060		
	191		8,68	1,25	6,25	2,50	2,00	12,00	0,730		5890		
	192		8,68	0,25	6,25	2,50	10,00	12,00	0,730		(15500)		
			d_1										Gußeisen; je 1 Ver
	193	2,82	0	2,51	6,25	2,50	1,00				5863		Proben aus einer
	194	2,82	0	2,52	6,25	2,50	0,99				5527		schnitten.
	195	2,82	0	1,98	6,25	2,50	1,26				6742		
	196	2,81	0	2,04	6,20	2,49	1,22				6024		
	197	2,82	0	1,52	6,25	2,50	1,64				6840		
	198	2,84	0	1,51	6,35	2,52	1,67				6300		
	199	2,82	0	1,02	6,25	2,50	2,45				6800		
	200	2,82	0	1,03	6,25	2,50	2,42				6800		
	201	2,82	0	0,52	6,25	2,50	4,82				11760 [1]		
	202	2,82	0	0,51	6,25	2,50	4,90				10400		
	203	2,82	0,56	2,51	6,00	2,45	0,98				5480		
	204	—	—	2,00	—	—	—				—		
	205	—	—	1,50	—	—	—				—		
	206	2,82	0,55	1,02	6,01	2,45	2,40				6656		
	207	2,82	0,55	0,52	6,01	2,45	4,71				12650		
	208	2,82	1,11	2,51	5,28	2,30	0,92				5023 [2]		
	209	—	—	2,00	—	—	—				—		
	210	2,82	1,10	1,53	5,30	2,30	1,50				5530		
	211	2,82	1,10	1,02	5,30	2,30	2,25				6091		
	212	2,82	1,12	0,51	5,24	2,29	4,50				8667		



[1]) Etwas zu hoch, wei
such über den Ze
beginn ausgedehnt

[2]) Der gleiche Körper
Nr. 224 ergab σ_B =

Versuche von	Versuchsreihe Nr.	Abmessungen a cm	d_1 cm	l cm	f qcm	$\sqrt{f}$ cm	$\sqrt{f/l}$	a/b	γ	Beobachtet γ	Beobachtet σ_B at	Berechnet $\sigma_\square$ at	Bemerkungen
rsuchsanstalt arlottenburg (1893)	213	2,81	1,68	2,51	3,98	1,99	0,78				4977		Gußeisen; je 1 Versuch; alle Proben aus einer Platte geschnitten.
	214	2,82	1,69	1,99	4,01	2,00	1,01				(5885)[1]		[1] Fällt aus der Reihe.
	215	2,81	1,69	1,53	3,96	1,99	1,30				5402		
	216	2,82	1,69	1,01	4,01	2,00	1,98				5840		
	217	2,82	1,69	0,50	4,01	2,00	4,00				6875		
	218	2,82	2,26	2,50	2,24	1,50	0,60				4402		
	219	2,82	2,25	1,98	2,27	1,51	0,76				4538		
	220	2,82	2,26	1,53	2,24	1,50	0,98				4826		
	221	2,82	2,26	1,01	2,24	1,50	1,48				5286		
	222	2,82	2,26	0,51	2,24	1,50	2,99				5670		
	223	2,82	0,00	2,52	6,25	2,50	0,99				5718		
	224	2,82	1,10	2,52	(5,30)	(2,30)	(0,91)				(5021)[2]		[2] Der Körper war falsch bearbeitet; hat d. Abmessungen von 208.
	225	3,05	1,14	2,52	6,29	2,51	1,00				5425		
	226	3,31	1,69	2,52	6,36	2,52	1,00				5773		
	227	3,65	2,26	2,52	6,45	2,54	1,01				5696		
	228	4,00	2,81	2,52	6,36	2,52	1,00				5016		
	229	5,52	4,52	2,52	6,18	2,49	0,99				4971		
	230	7,34	6,80	2,51	6,00	2,45	0,98				4230		
	231	11,62	11,36	2,50	(4,73)	(2,17)	(0,87)				(4126)[3]		[3] Der Körper war falsch bearbeitet.

kann. Ist letzteres nicht der Fall, so sollte man weder die Methode der kleinsten Quadrate, noch die zeichnerische Ausgleichmethode anwenden, sondern seine ganze Versuchsreihe womöglich nach anderen Gesichtspunkten zusammenstellen oder noch besser sie mit vollkommeneren Hülfsmitteln und verschärfter Aufmerksamkeit wiederholen. Mir ist nicht zweifelhaft, daß z. B. in Fig. 1 Taf. VII Gruppe a die starke Ausgleichlinie dem Charakter des Materials besser entspricht als die strichpunktirte, welche namentlich zu Gunsten der drei Punkte oben links verläuft. Nach den starkgezogenen Linien würde man für Körper mit quadratischem Querschnitt aus dem untersuchten Gestein zu setzen haben

1. Druck || zum Lager: $\sigma_B = 350 + 249{,}4\ ^1/_n$ und für
2. Druck $\perp$ zum Lager: $\sigma_B = 360 + 317{,}0\ ^1/_n$.

In Tab. 4 ist noch eine Uebersicht über die Größe der nach Bauschinger und nach dem zeichnerischen Ausgleich sich ergebenden Abweichungen der beobachteten Werthe σ von den errechneten σ_1 und σ_2 mitgetheilt. Abgesehen von den beiden Beobachtungen 45 und 46 sind die Uebereinstimmungen zwischen Rechnung und Beobachtung ganz befriedigend. Der zeichnerische Ausgleich giebt für beide Zahlenwerthe sehr erheblich größere, sonst aber viel geringere Abweichungen, als die Bauschinger-Gleichung; während diese namentlich in den Anfangwerthen Abweichungen bis zu 15 und 19 % zeigt, ergiebt die zeichnerische Ausgleichung Werthe, die 6 % nur einmal überschreiten.

Ueber das Verhältniß zwischen den mit Prismen quadratischen und kreisförmigen Querschnittes gewonnenen Ergebnissen liefern die Versuche 68 bis 85 Aufschluß, die Bauschinger mit Körpern aus feinkörnigem gelben Buntsandstein von Heilbronn (Druckrichtung parallel zum Lager) anstellte; sie sind in Tab. 3 und in Fig. 3 Taf. VII dargestellt. In Fig. 3a und b ist der zeichnerische Ausgleich nach den beiden Reihen, jede für sich genommen, ausgeführt, man findet:

Tabelle 4. Gegenüberstellung der beobachteten und berechneten Werthe.

Versuch Nr.	$1/n$	Querschnitts-Form	a/b	σ beobachtet at	Berechnet nach Bauschinger σ_1 at	Berechnet nach Schaulinie σ_2 at	σ/σ_1	σ/σ_2	Bemerkungen
35	0,35		1	444	374	437	119	102	Bauschinger a. 262 + 320 1
36	0,50		1	470	422	474	111	99	Schaulinie 3. 350 + 249,4
37	0,69		1	557	482	522	115	106	
38	1,02		1	602	588	604	102	100	
39	1,02		1	587	588	604	100	97	
40	1,41		1	677	713	726	95	93	
41	1,38		1	676	704	694	96	97	
42	1,66		1	755	793	764	95	99	
43	1,80		1	659	838	799	78	83	
44	2,12		1	890	935	877	95	102	
45	2,19		1	1145	962	898	119	127	
46	3,36		1	1540	1332	1187	116	130	
47	2,63		1,73	1030	1102	1008			
48	2,96		1,27	987	1209	1087			
49	3,05		2,58	1075	1236	1108			
50	4,90		2,12	1850	1828	1570			
51	0,98		1	705	648	670	108	105	Bauschinger 310 + 346 1/n.
52	0,98		1	710	648	670	109	106	Schaulinie 3. 360 + 317,0 1.
53	1,02		1	685	662	682	104	101	
54	1,03		1	680	665	685	102	99	
55	1,03		1	680	665	685	102	99	
56	1,03		1	690	665	685	104	101	
57	1,04		1	670	669	689	100	97	
58	2,31		1	910	1106	1090	82	83	
59	2,34		1	1130	1110	1100	102	103	
60	2,39		1	1080	1135	1115	95	97	
61	3,98		1	1880	1685	1620	112	116	
62	4,18		1	1750	1750	1680	100	104	
63	4,32		1	1950	1800	1720	108	114	
64	1,89		1,58	807		960			
65	3,09		2,50	1125		1340			
66	3,13		2,32	1405		1350			
67	5,94		2,21	2140		2240			
68	0,25	■	1	381	377	377	101	101	Bauschinger 347 + 121 1/n.
69	0,32		1	380	386	385	99	99	Schaulinie 347 + 119,2 1/n.
70	0,40		1	395	395	395	100	100	
71	0,47		1	418	404	403	104	104	
72	0,73		1	440	435	434	101	101	
73	1,15		1	446	487	484	92	92	
74	1,54		1	463	534	530	87	87	
75	2,36		1	628	632	627	99	100	
76	3,37		1	790	755	747	105	106	
77	0,23	○	—	451	395	427	114	106	Bauschinger 369 + 115 1/n.
78	0,28		—	467	401	433	117	108	Schaulinie 400 + 116,4 1/n.
79	0,35		—	464	409	441	113	105	
80	0,41		—	427	416	448	103	95	
81	0,67		—	463	446	478	104	97	
82	1,10		—	480	495	528	97	91	
83	1,31		—	494	520	552	95	90	
84	2,04		—	602	604	637	100	95	
85	2,70		—	806	680	714	118	113	

Für quadratischen Querschnitt:

a) aus Zeichnung: $\sigma_{\square} = 347 + 119{,}2\ {}^{1}/_{n}$; $m = 2{,}91$

b) nach Bauschinger: $= 347 + 121\ {}^{1}/_{n}$

Für kreisförmigen Querschnitt:

c) aus Zeichnung: $\sigma_{\bigcirc} = 400 + 116{,}4\ {}^{1}/_{n}$; $m = 3{,}44$;

d) nach Bauschinger: $= \left(369 + 115\ {}^{1}/_{n}\right)\gamma$.

Wenn man versucht, das Verhältniß $\frac{\sigma_{\bigcirc}}{\sigma_{\square}} = \gamma$ nach den in Fig. 1 entwickelten Grundsätzen zu bilden, so kommt man nach Gruppe Fig. 3c auf folgende Ausgleichformeln:

$$\left.\begin{aligned}\sigma_{\square} &= 353 + 111\ {}^{1}/_{n}\\ \sigma_{\bigcirc} &= 392 + 122{,}3\ {}^{1}/_{n}\end{aligned}\right\}\ m = 3{,}18 \text{ und}$$

$$\frac{\sigma_{\bigcirc}}{\sigma_{\square}} = \gamma = \frac{392}{353} = \frac{122{,}3}{111} = 1{,}11.$$

also nahezu auf die von Bauschinger gegebene Annäherung $\gamma^1 = 1{,}13$.

Ich versuchte, aus den Bauschingerschen Versuchen Tab. 3, Reihen 86 bis 103 (feinkörniger Sandstein von Eltmann in Bayern) die Werthe γ für die Umrechnung der mit rechteckigen Querschnitten gewonnenen Ergebnisse auf die mit quadratischem Querschnitt gewonnenen festzustellen. Ich fand, wenn ich die mit einigermaßen gleichem Breitenverhältniß ${}^{b}/_{a}$ gewonnenen Ergebnisse gruppenweise (a—c Fig. 4 Taf. VII) auftrug, folgende Werthe:

a) ${}^{b}/_{a} = 1$: $\sigma_B = 400 + 91{,}0\ {}^{1}/_{n}$; $m = 4{,}40$

b) " $= 1{,}3$: " $= 352 + 139{,}6\ {}^{1}/_{n}$; $m = 2{,}53$

c) " $= 2{,}0$: " $= 395 + 96{,}7\ {}^{1}/_{n}$; $m = 4{,}09$,

und wenn ich versuchte, an einem nach Augenmaß bestimmten, für alle drei Gruppen gemeinsamen Punkte ($m = 4{,}4$) aus nach Maßgabe von Fig. 1 aus Linien durch die Schwerpunkte der einzelnen Punktgruppen (punktirt in a und strichpunktirt in b und c) zu legen, so erhielt ich die Liniengruppe d Fig. 4, worin die obere $\left(\text{für } {}^{b}/_{a} = 2{,}0\right)$ ganz aus dem Rahmen des Gesetzes fällt, da sie hiernach hätte als unterste Linie erscheinen müssen. Wie aus Fig. 4 unten rechts hervorgeht, würden sich aus den Linien d ergeben: $\gamma_a = 1$; $\gamma_b = 0{,}977$ und $\gamma_c = 1{,}020$, während nach Fig. 6 hätte gefunden werden müssen

für ${}^{b}/_{a} = 1{,}3$, $\gamma_b = 0{,}995$ und $\gamma^1{}_b = 0{,}991$ und

für ${}^{b}/_{a} = 2{,}0$, $\gamma_c = 0{,}961$ und $\gamma^1{}_c = 0{,}943$,

Ich darf wohl noch auf das auffällige Verhalten in Gruppe b Fig. 4 aufmerksam machen. Wenn man diese Gruppe zunächst losgelöst für sich betrachtet (wie es bei Verzeichnung der stark ausgezogenen Ausgleichlinie geschah), so kommen Rechnung und zeichnerisches Verfahren übereinstimmend zu starken Abweichungen von den übrigen Gruppen, weil beide dem vereinzelt auftretenden Punkte oben rechts zu großes Gewicht beilegen; man erkennt diese Thatsache leicht, wenn man die ganze Darstellung in Fig. 4 betrachtet und bemerkt, wie die drei übrigen Punkte in Linie b sich dem Gesetz im Ganzen gut anpassen.

Auch mit den in Fig. 9 Taf. VII (Tab. 3 Nr. 104 bis 120) dargestellten Versuchen Bauschingers mit Perlmooser Portlandcement hat mir die Entwickelung der Werthe γ für die verschiedenen Breitenverhältnisse ${}^{b}/_{a}$ (von 1 bis 4,3) nicht glücken wollen; es liegen sowohl für

die Hauptreihe a, als auch für die einzelnen Breitenverhältnisse in Gruppe b zu wenige und noch dazu in Gruppe b auch widersprechende Ergebnisse vor, so daß die Gesetzmäßigkeit nicht so klar erkannt werden kann, als man es nach den Entwickelungen zu Fig. 1 erwarten muß. Der Perlmooser Portlandcement hat ebenso, wie der später von Dr. Goslich geprüfte Stettiner nahezu die gleichen Werthe geliefert, nämlich:

$$\text{Perlmoos} = \sigma_B = 42 + 157\ {}^1/_n \text{ und}$$
$$\text{Stettin} = \sigma_B = 31 + 153\ {}^1/_n.$$

Die Bauschingerschen Proben waren aus einer Platte geschnitten, die Goslichschen Proben zu Körpern von gleicher Dichte eingeschlagen.

Dem allgemeinen Bauschingerschen Gesetz

$$\sigma_B = \alpha + \beta\ {}^1/_n$$

folgten die bisher betrachteten Materialien ziemlich gut. Gleiches ist auch für Hartblei gültig, wie sich aus den in der Versuchsanstalt gefundenen Werthen Tab. 3 Nr. 121 bis 132 und Fig. 6 Taf. VII ergiebt. Es ist für quadratischen Querschnitt:

$$\sigma_B = 663 + 130{,}4\ {}^1/_n \text{ und}$$

für den Kreisquerschnitt fand man (x in Fig. 6) für ${}^1/_n = 1$, $\sigma_B = 830$ at. Stellt man diesem Werthe den entsprechenden Werth für den Würfel gegenüber, so erhält man aus der Beobachtung

$$\gamma = \frac{\sigma_\bigcirc}{\sigma_\square} = \frac{880}{773} = 1{,}07,$$

und wenn man den Werth für den Würfel aus der Ausgleichung entnimmt ($\sigma_B = \alpha + \beta$):

$$\gamma = \frac{\sigma_\bigcirc}{\sigma_\square} = \frac{830}{663 + 130} = 1{,}05.$$

Die in der Versuchsanstalt mit prismatischen Probekörpern aus einer Gußeisenplatte (gewöhnlicher Maschinenguß) angestellten Versuche ergaben die in Tab. 3 unter Nr. 133 bis 231 mitgetheilten Werthe.

Reihe 133 bis 144 Fig. 7b Taf. VII sind an quadratischen Prismen, Reihe 145 bis 156 Fig. 7a, an Cylindern gewonnen. Die Werthe für die ganz niedrigen Körper sind hier, wie in den folgenden Reihen, ziemlich unsicher, weil sie theils überhaupt nicht, theils aber mit schwer bemerkbaren Bruchanzeichen zerstört wurden, so daß sich die Bruchlast meistens nur schätzungsweise feststellen ließ. Bei neuen Versuchsreihen sollte man daher höchstens bis zum Längenverhältniß ${}^1/_n = 7{,}5$ gehen. Läßt man die mit ${}^1/_n = 10$ gewonnenen Werthe außer Acht und gleicht die übrigen Werthe nach Bauschingers Vorschlag durch eine Gerade aus (Linien b und a Fig. 7), so erhält man folgende Gleichungen:

$$\sigma_\square = 4190 + 1437\ {}^1/_n,$$
$$\sigma_\bigcirc = 4320 + 1417\ {}^1/_n.$$

Man sieht, daß diese beiden Geraden nicht dem Bauschingerschen Zahlenwerth γ oder γ^1 entsprechen können. Die beiden Punktreihen könnten aber, namentlich wenn man die Werthe für ${}^1/_n = 10$ mit in Anschlag bringt, sehr gut durch gekrümmte Linien ausgeglichen werden, wie in Gruppe h Fig. 7 angedeutet, und dann zeigt sich deutlich, daß die Werthe für $\sigma_\bigcirc$ immer um ein nahezu gleiches Verhältniß größer sind als die Werthe $\sigma_\square$. Aber trotz dieser auffälligen Erscheinung, die übrigens auch aus einigen der anderen Linienzüge scheinbar eine

Bestätigung erfährt, möchte ich die Nothwendigkeit des Ausgleiches durch eine gekrümmte Linie einstweilen noch nicht als erwiesen ansehen, um so mehr nicht, als die folgenden Versuche keinen Anlaß zu gleicher Schlußfolgerung bieten. Ich habe also zunächst nach dem Vorschlage Bauschingers weitergearbeitet und alle Ausgleiche nach der geraden Linie vorgenommen.

In den Reihen 157 bis 192 Tab. 3 sind die Ergebnisse an Prismen rechteckigen Querschnittes mit verschiedenem Längen- und Breitenverhältniß $^1/_n$ und $^b/_a$ zusammengestellt. In Fig. 7c bis g sind dann für jede Gruppe die Ausgleichlinien unabhängig von einander gezogen worden, und diese Ausgleichlinien sind dann oben rechts in Gruppe i aufeinander gezeichnet, um das Gesetz zu erkennen. Hierbei ist Gruppe 181 bis 186 vernachlässigt, weil der eingeklammerte Werth ganz offenbar aus dem Gesetz herausfällt und daher unzuverlässig sein dürfte.

Aus der Liniengruppe i erkennt man nun ganz klar, daß bei einem Ausgleich nach der Geraden für die hier vorliegenden Versuche mit Gußeisen wohl sicher keine Rede von dem Ausgleich nach der Bauschingerschen Formel $\left(\alpha + \beta\, {}^1/_n\right)\gamma$ sein kann, denn die Linien haben einen unregelmäßigen Verlauf.

Betrachtet man die am Fuß von Fig. 7 aufgeführten Zahlenreihen, so erkennt man leicht eine gewisse Gesetzmäßigkeit in dem Wachsthum der Werthe für α und β. Um hierüber Aufschluß zu gewinnen, habe ich in Fig. 8 Taf. VII Linien α und β diese Werthe nach wachsendem Breitenverhältniß aufgetragen, und diese Linienzüge lassen die Gesetzmäßigkeit nicht verkennen. Auch aus der Liniengruppe a sieht man, daß die Werthe σ für alle Längenverhältnisse $^1/_n$ mit wachsendem Breitenverhältniß $^b/_a$ abnehmen.

Jedenfalls empfiehlt es sich, das Gesetz durch mehrere Versuchsreihen noch klarer zum Ausdruck zu bringen und zu sehen, ob es sich nicht nach der Form

$$\sigma = \alpha\gamma + \beta\, {}^1/_n \text{ und zwar nach } \sigma = 4400 \sqrt{\frac{\sqrt{b}}{1/2\,(b+1)}} + \beta\, {}^1/_n$$

darstellen läßt; dann würden die Ausgleichlinien (Fig. 7i) parallelen Verlauf haben müssen, was ja auch nahezu der Fall ist.

In den Versuchsreihen 145 bis 156 und 193 bis 231 Tab. 3 sind die mit röhrenförmigen Prismen gewonnenen Ergebnisse niedergelegt und in Fig. 9 Taf. VII wie früher dargestellt.

Aus den Ausgleichlinien sind die unten rechts in Fig. 9 gegebenen Zahlenwerthe ermittelt, aus denen man auf den ersten Blick erkennt, daß für alle Verhältnisse von d_1 zu d (innerer und äußerer Durchmesser des Rohres) die Zahl α eine konstante und β veränderlich ist. Um das Gesetz der Veränderung von β zu ergründen, ist zunächst β in Fig. 10 Taf. VII nach wachsendem Verhältniß von $^{d_1}/_d$ aufgetragen. Es lag nahe, den Ausgleich nach $\sqrt{\frac{d-d_1}{d}}$ zu versuchen, nachdem auf dem ersten Blick klar ist, daß die Gerade $\frac{d-d_1}{d}$ ungenügende Annäherung giebt. Diese gekrümmte Ausgleichlinie ist dann als Linie ε in Fig. 10a eingezeichnet, sie fällt hinreichend genau mit der Linie 1 zusammen, welche die aus Fig. 9 für die einzelnen Ausgleichlinien gefundenen Werthe β darstellt. Aus dem Mittelwerth von α (Fig. 9) findet man demgemäß für die hier geprüften Röhrchen aus Gußeisen leicht:

$$\sigma_B = \alpha + \beta\, {}^1/_n \sqrt{\frac{d-d_1}{d}} = 4230 + 1380\, {}^1/_n \sqrt{\frac{d-d_1}{d}}.$$

Die dieser Gleichung entsprechenden Ausgleichlinien sind in Fig. 10b dargestellt, und die beobachteten Punkte mit verschiedenen Punktzeichen so eingetragen, daß die einzelnen Gruppen auseinander gehalten werden können.

Eine Reihe, die sich an die voraufgehende mit Röhrchen von gleichem d, aber wechselndem d_1 und f (Querschnitt) anschließt, erstreckte sich auf ebenfalls röhrenförmige Proben, bei denen d und d_1 wachsend und f gleichbleibend waren. Die Ergebnisse sind in Tab. 3 Nr. 223 bis 231 und Fig. 11 Taf. VII niedergelegt. Die ausgezogene Linie entspricht den beobachteten Werthen (mit Ausschluß von Nr. 224 und 231; die Körper waren falsch bearbeitet). Bis auf die Werthe von 226 und 227 schmiegt sich die ausgezogene Linie an die beiden gestrichelten Ausgleichlinien für

$$\beta = (1300 \text{ und } 1700) \sqrt{\frac{d - d_1}{d}}$$

leidlich an. Nach der Schätzung durch Augenmaß dürfte die folgende Gleichung den Beobachtungswerthen am besten gerecht werden:

$$\sigma_B = 4400 + 1400\ {}^1/_n \sqrt{\frac{d - d_1}{d}}.$$

Stellt man nunmehr die für das gleiche Gußeisen an prismatischen Körpern verschiedener Querschnittsform gewonnenen Ergebnisse zusammen, so erhält man folgende Reihe von Gleichungen:

1. für das Rechteck (Fig. 8) $\sigma_B = 4400 \sqrt{\frac{\sqrt{b}}{1/2\,(b+1)}}$ [1]$+ \beta\ {}^1/_n$ (?),
2. für das Quadrat (Fig. 7) Mittel aus Reihe 133–136 und 157–162
$$\sigma_B = 4220 + 1497\ {}^1/_n,$$
3. für den Kreis (Fig. 7) $\sigma_B = 4320 + 1417\ {}^1/_n$,
4. für den Ring (Fig. 10) $\sigma_B = 4230 + 1380\ {}^1/_n \sqrt{\frac{d - d_1}{d}}$,
5. desgl. (Fig. 11) $4400 + 1400\ {}^1/_n \sqrt{\frac{d - d_1}{d}}$.

Die Uebergänge von Gleichung 1 in Gleichung 2 und von 4 in 3 sind gegeben, da die Wurzelausdrücke für $b = 1$ oder für $d_1 = d$ den Werth 1 annehmen. Die Konstanten α und β stimmen ziemlich gut überein. Fraglich ist die Konstante β für Gleichung 1 (ist sie für alle ${}^b/_a$ gleichbleibend, so müßte sie nach Fig. 12 wohl einen Werth in der Nähe von 1500 annehmen).

[1]) b wie früher als Vielfaches von a gerechnet.

2. Ueber unsachgemäße Ausführung von Zerreiß- und Biegeproben.

Aus einem Gutachten, erstattet von der Abtheilung für Metallprüfung.

Vom stellvertr. Direktor und Abtheilungsvorsteher Prof. Rudeloff.

Eine Hüttenwerksverwaltung legte der Versuchsanstalt 3 gebogene und gelochte Blechabschnitte, sowie die Bruchstücke von 2 Zerreißproben vor mit dem Antrage auf eine gutachtliche Aeußerung über die Art der stattgehabten Prüfungen des Materials auf Zugfestigkeit und Biegefähigkeit. In Sonderheit sollte das Gutachten sich darauf erstrecken, ob die Proben in sachgemäßer Weise für die Biege- und Zug-Versuche hergerichtet waren und ob die Versuchsausführung, soweit die vorgelegten Stücke eine Beurtheilung in dieser Richtung zuließen, eine derartige war, daß sie zu ungünstigeren Ergebnissen führen mußte, als wenn die Versuche nach Maßgabe von allgemein als zuverlässig anerkannten Verfahren zur Durchführung gelangt wären.

Da der in dem abgegebenen Gutachten behandelte Gegenstand auch für weitere Kreise nicht ohne Interesse sein dürfte, so möge das Gutachten in seinem wesentlichen Inhalt nachstehend zum Abdruck gebracht werden.

A. Die Biegeproben.

1. Der Befund.

Die vorgelegten auf Biegung geprüften Blechabschnitte hatten die aus den Lichtbildern Fig. 1—3 ersichtliche winkelförmige Gestalt und trugen auf der einen Breitseite kalt eingestempelte Zeichen, wie ebenfalls aus den Lichtbildern zu erkennen ist.

Fig. 1.

Die äußeren Begrenzungsflächen (a und b) der Abschnitte waren mit der Scheere beschnitten und nicht weiter bearbeitet, die inneren Flächen c und d waren befeilt. Die Kanten waren an den Biegestellen nicht abgerundet.

Die Löcher in den äußeren Ecken waren gestanzt, ihr Durchmesser betrug etwa 17 bis 18 mm, die Entfernung der Lochmitte von den Blechrändern 15—17 mm, die Materialstärke neben den Löchern demnach 7—8 mm.

Fig. 2.

Fig. 3.

Das Aussehen und der Verlauf der Rißbildungen auf der äußeren Seite der gebogenen Stellen ist aus den Lichtbildern Fig. 1—4 zu ersehen. Auf der inneren Seite zeigten sich unter der Biegung in der ganzen Breite der Streifen auf dem einen Schenkel blanke Druckstellen von etwa 4 mm Breite, die an dem Rande, welcher nach dem zweiten Schenkel hin lag, bei tieferem Eindruck scharf begrenzt waren, dagegen am anderen Rande sich allmählich

er ursprünglichen Blechoberfläche verloren (s. Fig. 1—3). Am Ende der kürzeren Schenkel en sich auf der oberen Seite deutliche Anstauchungen durch Hammerschläge und auf der rseite der längeren Schenkel etwa 50 mm von den Rissen an der Biegestelle entfernt le Druckstellen (s. Fig. 3).

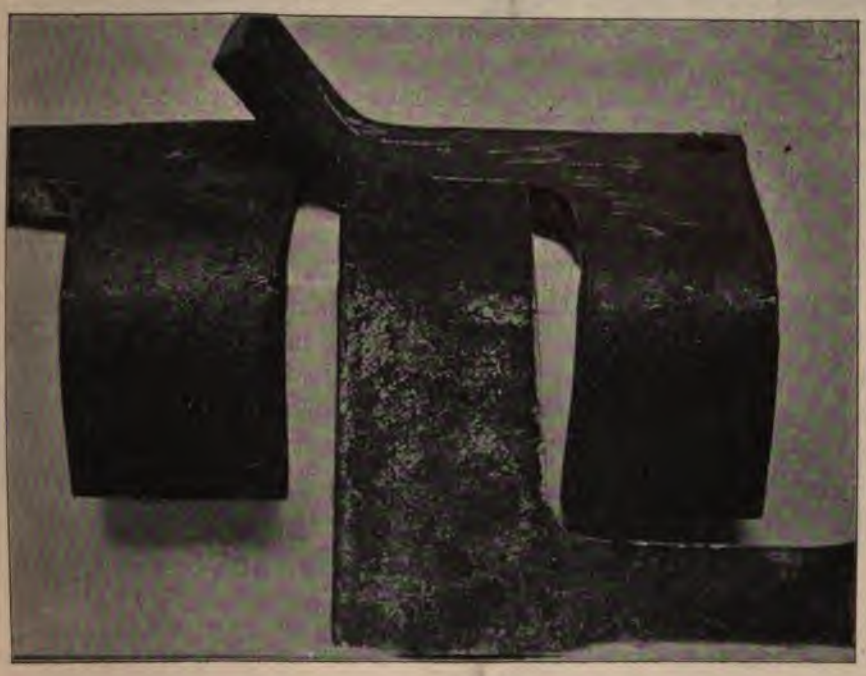


Fig. 4.

Aus diesen äußeren Erscheinungen, den beiden Arten Druckstellen und den Anstauchungen, hne Zweifel zu erkennen, daß die Proben nach Art der Versuche im sogenannten Probirstock ls Hammerschlägen um eine scharfe Kante gebogen wurden. —

2. Begutachtung.

Nach den Beschlüssen der „Conferenzen zu München, Dresden, Berlin und Wien über itliche Untersuchungsmethoden bei der Prüfung von Bau- und Konstruktions-Materialien ihre mechanischen Eigenschaften" sollen die Biegeproben mit langsam wirkenden maschinellen ichtungen vorgenommen werden, welche entweder durch Mitteldruck zwischen zwei Stützen oder Seitendruck bei einseitiger Einspannung wirken. Hierbei soll die Biegung stetig vor sich gehen.

Die Versuchsstücke sollen, wenn sie mit der Scheere geschnitten sind, an den Kanten rundet sein.

Weitere Vorschriften, welche bei Beurtheilung des zur Begutachtung gestellten Verfahrens Frage kommen, sind die „Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen Brücken- und Hochbau, aufgestellt vom Verbande deutscher Architekten- und Ingenieur- eine, dem Verein deutscher Ingenieure und dem Verein deutscher Eisenhüttenleute", sowie „Grundsätze für die Prüfung der Materialien zum Baue von Dampfkesseln", die soge- nten Würzburger Normen, und schließlich die „Vorschriften für Lieferungen von Eisen und hl, aufgestellt vom Verein deutscher Eisenhüttenleute".

Die ersteren schreiben vor, daß die Streifenbreite 30—50 mm betragen soll, daß die Stücke auf kaltem Wege abzutrennen und ihre Kanten abzurunden sind. Die Würzburger Normen und die Vorschriften des Vereins deutscher Eisenhüttenleute enthalten die gleichen Bestimmungen und setzen ferner fest, daß die Probestreifen an den Kanten mittels Maschine oder von Hand derart bearbeitet werden müssen, daß die Wirkung des Scheerenschnittes zuverlässig beseitigt ist. Schließlich sollen nach allen genannten Vorschriften die Proben um einen Dorn von 25—26 mm Durchmesser gebogen werden.

Das in dem vorliegenden Fall zur Ausübung gelangte Verfahren entspricht den angeführten Vorschriften in keiner Weise und zwar aus folgenden Gründen.

1. Die Probestreifen waren nur an der einen Seite bearbeitet, während auf der anderen Seite der Scheerenschnitt nicht beseitigt war.
2. Die Kanten der Streifen waren nicht abgerundet, sondern scharf gelassen.
3. Die Biegung erfolgte nicht stetig um einen Dorn von hinreichend großem Durchmesser, sondern unter dem Hammer und um eine scharfe Kante.

Hiernach muß das bei Ausführung der vorliegenden Biegeproben angewendete Verfahren nach den in Deutschland nicht nur seitens der öffentlichen Prüfungsanstalten, sondern auch allgemein anerkannten Grundsätzen als durchaus unsachgemäß bezeichnet werden. Die hierbei erhaltenen Versuchsergebnisse können nicht als maßgebend für die Beurtheilung der Eigenschaften des geprüften Materials angesehen werden, weil sie durch die Art der Prüfung ungünstig beeinflußt sind.

B. Die Zerreißproben.

1. Befund.

Die Zerreißproben, deren Bruchstücke vorgelegt wurden, waren Rundstäbe mit flachen Enden, deren Form und Abmessungen aus Fig. 5 zu ersehen sind. Bei a, d. h. an beiden Enden des mittleren cylindrischen Stabtheiles waren feine Körnermarken eingeschlagen.

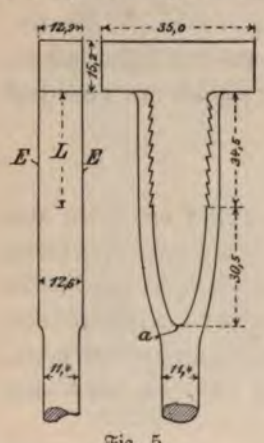


Fig. 5.

Die Ecken E waren innerhalb der Länge L unregelmäßig gezackt, anscheinend in Folge des Eingriffes von gezahnten Keilen, mit denen die Stäbe zum Zerreißen eingespannt wurden.

2. Begutachtung.

Die unter A 2 genannten „Conferenzbeschlüsse", „Grundsätze" (Würzburger Normen) und „Vorschriften des Vereins deutscher Eisenhüttenleute" setzen übereinstimmend fest, daß die Walzhaut bei Prüfung von Blechen „unter allen Umständen am Probestück verbleiben muß". Ferner sollen die Streifen so breit gewählt werden, daß der zur Zerreißung vorbereitete Querschnitt mindestens 300 qmm beträgt. Wenn diese Bestimmung aus irgend welchen Umständen nicht innegehalten werden kann, so soll die Meßlänge (Länge zur Ermittelung der Bruchdehnung) nach den Conferenzbeschlüssen, „um die procentuale Dehnung von der Querschnittsform und Größe unabhängig zu bekommen, proportional der Quadratwurzel aus der Größe f des Querschnittes gemacht werden". Hierbei soll der fast international gewordene Probestab von 20 mm Durchmesser und 200 mm Meßlänge zu Grunde gelegt und demnach die Meßlänge l gleich $11{,}3\sqrt{f}$ gemacht werden.

Bei den zur Begutachtung vorgelegten Zerreißproben waren die vorstehend aufgeführten Vorschriften nicht beachtet, denn

1. ist die Walzhaut nicht an den Stäben belassen;
2. sind nicht Flachstäbe zu den Versuchen hergerichtet, sondern Rundstäbe aus den Blechstreifen herausgearbeitet; hierbei konnte
3. der normale Querschnitt von 300 qmm nicht innegehalten werden; vielmehr betrug der Durchmesser der Rundstäbe, soweit an den zerrissenen Stücken noch festgestellt werden konnte, etwa 11,4 mm, der Querschnitt demnach etwa 104 qmm.

Abgesehen davon, daß es an sich schon als durchaus unsachgemäß bezeichnet werden muß, aus schweißeisernen Blechen Rundstäbe für Zerreißversuche herzurichten, weil hierbei die Walzhaut entfernt werden muß und der Querschnitt der Stäbe so außerordentlich klein wird, hätte

4. zum Ausgleich des Einflusses der Querschnittsgröße auf die procentuale Bruchdehnung die Meßlänge nicht gleich 200 mm gewählt werden dürfen, wie es anscheinend der Fall war, sondern gleich $11{,}3\sqrt{f} = 11{,}3\sqrt{104} = 113$ mm.

Hiernach muß auch das bei Prüfung der Bleche auf Zugfestigkeit und Dehnung angewendete Verfahren nach den in deutschen öffentlichen Prüfungsanstalten und auch sonst wohl allgemein anerkannten Grundsätzen als durchaus unsachgemäß bezeichnet werden und die hierbei erlangten Ergebnisse können nicht als maßgebend für die Beurtheilung der Festigkeitseigenschaften des geprüften Materials angesehen werden.

---

3. Die Geräthe und Verfahren für die Prüfung von Portland-Cement in der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

Die gegenwärtig in die Wege geleitete Revision der „Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement, aufgestellt von dem Königl. Preußischen Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten mittels Circularerlaß vom 28. Juli 1887", bedingt eine eingehende Kontrole der bisher ausgeübten Prüfungsverfahren für Portland-Cemente.

Der Verein deutscher Portland-Cement-Fabrikanten hat zu diesem Zwecke, insbesondere zu der Prüfung und Verbesserung der für die Cement-Untersuchung gebräuchlichen Geräthe eigene Kommissionen eingesetzt, welche einen Theil ihrer Arbeiten gemeinsam und in Uebereinstimmung mit der Versuchsanstalt bereits begonnen haben.

Um den Mitgliedern dieser Kommissionen und den sonst an der Frage etwa interessirten Kreisen die Möglichkeit zu geben, an verschiedenen Orten gleichzeitig Kontrol-Prüfungen mit denselben Instrumenten und unter gleichen Versuchs-Bedingungen vorzunehmen, scheint es nothwendig, zunächst eine einheitliche Grundlage zu schaffen, von welcher aus die Versuche begonnen und einheitlich durchgeführt werden.

Hierzu sollen die bisher in der Versuchsanstalt bei der Prüfung von Portland-Cement benutzten, theilweise neu eingeführten Verfahren und Geräthe nachstehend beschrieben werden.

Es erscheint dies um so nothwendiger, als sich in neuerer Zeit mehrfach herausgestellt hat, daß vergleichende Prüfungen, nach Vorschrift der „Normen" an verschiedenen Stellen mit denselben Cementen vorgenommen, oft zu sehr abweichenden Versuchsergebnissen führen, vermuthlich weil das Prüfungsverfahren in den „Normen" nicht eingehend genug beschrieben ist und vielfach abweichende Gebräuche sich eingebürgert haben.

Schließlich haben auch die Verbraucher von Portland-Cement, insbesondere die Baubehörden, an der Frage der etwa vorzuschlagenden Aenderung der Prüfungsnormen ein reges Interesse und etwa von dieser Seite kommende Abänderungsvorschläge müssen thunlichst berücksichtigt werden.

Bei der Beschreibung der zur Prüfung von Portland-Cement erforderlichen Arbeitsvorrichtungen und Geräthe soll zunächst auf die Anforderungen der „Normen" Rücksicht genommen werden und nur nebenbei sollen auch solche Verfahren Erwähnung finden, welche in den „Normen" nicht mit aufgeführt sind, sich aber im Laufe der Zeit als zweckmäßig für die Cementprüfung herausgestellt haben, oder welche an anderen Orten und in der Versuchsanstalt mit Erfolg Anwendung finden und die Beurtheilung der Eigenschaften eines Portland-Cementes zu erleichtern vermögen.

Die Reihenfolge der einzelnen Prüfungsverfahren ist deshalb nachstehend nach den „Normen" geordnet und es sind jedem Abschnitt die in den „Normen" etwa enthaltenen Ausführungsbestimmungen vorangedruckt und durch abgesetzten Druck kenntlich gemacht.

Von vornherein sei darauf hingewiesen, daß sich auch in der Versuchsanstalt mit dem Laufe der Zeit gewisse Abweichungen von dem Wortlaute der „Normen" als nothwendig oder nützlich herausgestellt haben, die, wenn sie auch sachlich keine Aenderung der „Normen" bedeuten, doch immerhin bemerkenswerth sind, und bei der Revision der „Normen" berücksichtigt oder beseitigt werden müssen.

Nachstehend sind diese Abweichungen überall da, wo dies erforderlich schien, besonders begründet worden.

Jeder Cement, der in der Versuchsanstalt zur Prüfung kommt, wird vorher auf einem Siebe von 20 Maschen auf 1 qcm abgesiebt, um etwa in ihm enthaltene Klümpchen oder zusammen gebackene Knollen zu entfernen.

1. Bindezeit.

Die Reihe der Prüfungen beginnt nach den „Normen" mit der Ermittelung der Bindezeit. Es heißt dort in den Erläuterungen:

> Um die Bindezeit eines Cementes zu ermitteln, rührt man den reinen, langsam bindenden Cement 3 Minuten, den rasch bindenden 1 Minute lang mit Wasser zu einem steifen Brei an und bildet auf einer Glasplatte durch nur einmaliges Aufgeben einen etwa 1,5 cm dicken, nach den Rändern hin dünn auslaufenden Kuchen.
>
> Die zur Herstellung dieses Kuchens erforderliche Dickflüssigkeit des Cementbreies soll so beschaffen sein, daß der mit einem Spatel auf die Glasplatte gebrachte Brei erst durch mehrmaliges Aufstoßen der Glasplatte nach den Rändern hin ausläuft, wozu in den meisten Fällen 27—30 % Anmachewasser genügen.
>
> Sobald der Kuchen so weit erstarrt ist, daß derselbe einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht, ist der Cement als abgebunden zu betrachten.

Da von vornherein in den meisten Fällen nicht bekannt ist, ob es sich bei einem zu prüfenden Cement um einen Schnellbinder oder um einen Langsambinder handelt, werden zunächst alle Cemente 3 Minuten lang angerührt. Binden sie dann in weniger als 2 Stunden ab, so werden andere Proben $1^1/_2$ Minute lang angerührt. Alle schnellen Cemente werden in der Versuchsanstalt $1^1/_2$ Minute — nicht nur 1 Minute lang — angerührt, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß es auch dem geübten Arbeiter nicht möglich ist, in einer Minute 300 g oder 400 g Cement mit Wasser gleichmäßig zu verrühren.

Die Benutzung einer genau gleichen Menge Cement ist aber erforderlich, wenn gleichmäßige Resultate erzielt werden sollen.

Zum Anrühren des Cementbreies wird ein cylindrisches, emaillirtes Blechgefäß von 11 cm Durchmesser und 10 cm Höhe, sowie ein Messer mit breiter Klinge (Brotmesser) von 15 cm Länge und 3 cm Breite der Klinge benutzt, die beide in Fig. 1 dargestellt sind. Die Handhabung des Messers ist eine leichtere, als die des dickeren und kürzeren Spatels. Die Mischung läßt sich mit dem Messer besser vollziehen als mit dem Spatel und auch besser, als mit dem an vielen Orten gebräuchlichen Blechlöffel. Das Ergebniß wird durch die Verwendung des Messers an Stelle des Löffels nicht beeinflußt, wie durch Versuche festgestellt wurde.

Fig. 1.

Von besonderer Wichtigkeit für die Prüfung der Bindezeit ist die Bestimmung der Wassermenge.

Um in allen Fällen unter gleichen Verhältnissen zu arbeiten, wird in der Versuchsanstalt eine abgewogene Cementmenge (300 g) zuerst mit so viel Wasser vermischt, bis der mit dem Messer in dem Blechtopf gut und schnell durchgerührte Brei syrupartige Beschaffenheit annimmt, d. h., wenn man ihn von dem Messer ablaufen läßt, wie Syrup lange dünne Fäden zieht ohne Klumpen zu bilden. Diese Consistenz ist zwar keine ganz feststehende, bei einiger Uebung läßt sich aber auf diese Weise der Wasserzusatz so genau bestimmen, daß selbst Unterschiede von $^1/_2$ % noch bemerkt werden. Der Wasserzusatz für die syrupartige Beschaffenheit schwankt bei den Portland-Cementen im allgemeinen zwischen 32 und 38 %; selten liegt er außerhalb dieser Grenzen.

Die Wassermenge für die syrupartige Beschaffenheit sei gleich n. Sie dient als Grundlage für die Schätzung der zum Einschlagen der Festigkeitskörper erforderlichen Wassermengen, wie weiter unten ausgeführt werden wird.

Versuche, auf andere Weise den Wasseranspruch der Cemente zu ermitteln, insbesondere unter Zuhülfenahme von Apparaten, haben bis jetzt zu keinem befriedigenden Ergebniß geführt. —

Zu dem syrupartigen Brei wird nun nach und nach gewogenes Cementpulver unter beständigem Rühren zugesetzt, bis die Masse beginnt sich zu ballen, nicht mehr am Gefäße zu haften und eine glänzende Oberfläche zu zeigen. Dann wird die in den Normen gewünschte Dickflüssigkeit erreicht sein und die Masse wird in einem dicken Klumpen mit dem

zum Rühren benutzten Messer (statt des vorgeschriebenen Spatels) auf die Glasplatte gebracht und durch mehrmaliges Aufstoßen der letzteren ausgebreitet. Die Glasplatten bestehen aus gewöhnlichem Fensterglas und sind 15 × 15 cm groß.

Da die Erfahrung gelehrt hat, daß die Kuchen mit dünnen Rändern nicht in allen Fällen zuverlässige Ergebnisse liefern und namentlich die Beurtheilung der Bindezeit mit dem Fingernagel sehr von dem persönlichen Empfinden des Experimentators abhängig ist, werden die so hergestellten Kuchen nur für die Beurtheilung der Volumbeständigkeit (s. weiter unten) benutzt und es werden zur Bestimmung der Bindezeit eine neue Cementmenge, 400 g oder 300 g, mit dem nun bekannten Wasserzusatz und das genauere Verfahren mit Hülfe der Vicatschen Nadel angewendet. Ueber dieses Verfahren bestimmen die „Normen" folgendes:

> Für genaue Ermittelung der Bindezeit und zur Feststellung des Beginns des Abbindens, welche bei raschbindenden Cementen von Wichtigkeit ist, bedient man sich einer Normalnadel von 300 g Gewicht, welche einen cylindrischen Querschnitt von 1 qmm Fläche hat und senkrecht zur Achse abgeschnitten ist.

Die hierzu benutzte sogenannte Vicatsche Nadel ist allgemein bekannt und braucht nicht näher beschrieben zu werden. Zu beachten ist indessen, daß die aus dem Handel bezogenen Apparate vielfach zu dicke oder zu dünne Nadeln haben. Der Durchmesser der Nadel muß genau 1,13 mm sein. Der Apparat ist in Fig. 2 abgebildet.

Fig. 2.

Fig. 3.

Man füllt einen auf eine Glasplatte gesetzten Metallring von 4 cm Höhe und 8 cm lichtem Durchmesser mit dem Cementbrei von der oben angegebenen Dickflüssigkeit und bringt denselben unter die Nadel. Der Zeitpunkt, in welchem

die Normalnadel den Cementkuchen nicht mehr gänzlich zu durchdringen vermag, gilt als der „Beginn des Abbindens". Die Zeit, welche verfließt, bis die Normalnadel auf dem erstarrten Kuchen keinen merklichen Eindruck mehr hinterläßt, ist die „Bindezeit".

An Stelle des Metallringes wurde bisher ein getheilter Ring aus Hartgummi benutzt, welcher 8 cm Durchmesser, 4 cm Höhe, 0,8 cm Dicke besitzt und durch ein Stahlband mit Haken und Oesen zusammengehalten wird. Dieser Ring und seine Verschlußvorrichtung sind in Fig. 2 und in Fig. 3 abgebildet.

Die Abbildung Fig. 2 enthält auch noch ein dem Normal-Vicatapparat zugehöriges Pistill von 1 qcm Querschnitt, welches mit einer anderen Aufsatzplatte dasselbe Gewicht hat, wie die Nadel und dazu dienen soll, die richtige breiförmige Beschaffenheit der in den Ring gefüllten Cementmasse zu controliren. Läßt man nämlich das Pistill in den frisch in den Ring gefüllten Cementbrei einsinken, so darf es nicht bis zur Glasplatte eindringen, sondern muß in dem Brei etwa 5 mm über der Platte stecken bleiben, wenn der Wasserzusatz richtig gewählt ist.

An Stelle des zweitheiligen, cylindrischen Ringes wird neuerdings auch ein geschlossener, konischer Kautschukring mit 7,5 cm oberem Durchmesser, 6,5 cm unterem Durchmesser, 4 cm Höhe und 0,9 cm Dicke benutzt.

Die Gummiringe haben vor den Metallringen den Vorzug leichterer Reinigung und größerer Haltbarkeit. Sie werden vor allem auch durch Temperaturschwankungen nicht so stark beeinflußt wie Metallringe.

Der Begriff des „Beginns des Abbindens" ist durch die Normen annähernd genau festgelegt. Bei dem Versuch ist der Zeitpunkt, in welchem die Nadel den Cementkuchen nicht mehr völlig durchdringt, mit einiger Sicherheit zu erkennen. (In der Versuchsanstalt wird als Erhärtungsanfang derjenige Zeitpunkt angesehen, in welchem die Nadel beim Durchdringen des Kuchens 5 mm über dem Boden stehen bleibt.)

Anders liegt die Sache bei der Ermittelung der „Bindezeit". Die Beurtheilung, ob die Nadel auf dem Kuchen noch einen „merklichen Eindruck" hinterläßt, ist sehr schwierig. Die Oberseite des Cementkuchens überzieht sich meist mit einer feinen, schlammigen Haut, auf welcher die Nadel noch längere Zeit nach erfolgtem Abbinden Spuren hinterläßt. In der Versuchsanstalt wird deshalb nach dem Beginn des Abbindens der Ring mit Kuchen von der Glasplatte abgezogen und mit der Unterseite nach oben wieder auf die Glasplatte unter die Nadel gesetzt. An dieser völlig ebenen Unterseite wird nun die Vollendung des Abbindevorganges durch wiederholtes, vorsichtiges Aufsetzen der Nadel erprobt und das Abbinden als vollendet angesehen, wenn die Nadel keinen ringförmigen Eindruck mehr, sondern nur noch eine kaum sichtbare Spur auf der Fläche zurückläßt. Die Bestimmung dieses Zeitpunktes erfordert eine gewisse Uebung und eine gleichmäßige Behandlung des Kuchens und der Nadel.

Um Irrthümer nach Möglichkeit auszuschließen, werden in der Versuchsanstalt die Abbindeproben stets von zwei, in Zweifelfällen — wo keine ausreichende Uebereinstimmung zu erzielen ist — auch von drei Beobachtern unabhängig von einander ausgeführt.

Da das Abbinden von Cement durch die Temperatur der Luft und des zur Verwendung gelangenden Wassers beeinflußt wird, insofern hohe Temperatur dasselbe beschleunigt, niedrige Temperatur es dagegen verzögert, so empfiehlt es sich, die Versuche, um zu übereinstimmenden Ergebnissen zu gelangen, bei einer mittleren Temperatur des Wassers und der Luft von 15—18 C° zu machen.

Während des Abbindens darf langsam bindender Cement sich nicht wesentlich erwärmen, wohingegen rasch bindende Cemente eine merkliche Wärmeerhöhung aufweisen können.

Für die Messung der Luftwärme und der Wasserwärme (sowie auch der Cementwärme) wird ein Thermometer benutzt, welches in halbe Grade eingetheilt und in unmittelbarer Nähe des Vicatschen Nadelapparates aufgehängt ist. Zur Messung der Wärmeerhöhung des abbindenden Portland-Cementes dient ein Maximum-Thermometer mit cylindrischem, nach unten etwas sich verjüngendem Quecksilbergefäß und Eintheilung in Fünftel-Grade, welches nach dem Auffüllen des Ringes mit dem Cementbrei in den Brei gesteckt und während des Verlaufes der Erhärtung beobachtet wird (Fig. 3). Das Thermometer gestattet die Schätzung von Zehntel-Graden.

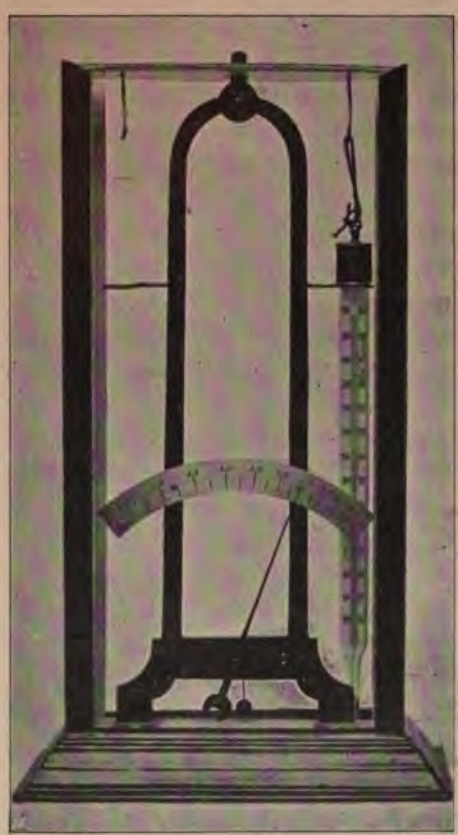


Fig. 4.

Größte Sorgfalt bei der Versuchsausführung hat sich als nothwendig herausgestellt, da die geringsten Abweichungen in Bezug auf Stärke und Dauer der Mischung, Menge des verwendeten Cementes, Wärme und Feuchtigkeit zu sehr bedeutenden Schwankungen in der Bindezeit der Cemente führen.

Von erheblichem Einflusse auf den Verlauf des Abbindens ist neben der Luft- und Wasserwärme vor allem auch der Gehalt der Luft an Feuchtigkeit. Es erscheint deshalb nothwendig — und wird in der Versuchsanstalt ausgeführt —, gleichzeitig die Feuchtigkeit der Luft zu messen. Hierzu dient ein Hygrometer, wie es in Fig. 4 dargestellt ist.

Das Saussure-Koppesche Haar-Hygrometer besteht aus einem entfetteten Haar, welches am oberen Ende um eine mit dem Uhrschlüssel drehbare Achse und am unteren Ende um eine kleine Rolle geschlungen ist, deren Achse einen Zeiger trägt. Ein kleines Gewicht von $^1/_2$ g Schwere hält das Haar in Spannung. Eine einfache Vorrichtung ermöglicht die Prüfung des Instrumentes und mittelst der oberen Achse die Neueinstellung des Zeigers auf 100 bei vollkommener Sättigung der Luft mit Wasserdampf. Die Skala zeigt die relative Feuchtigkeit der Luft an. Unmittelbar in der Nähe des Haares kann ein Thermometer aufgehängt werden, um gleichzeitig auch die Luftwärme beobachten zu können.

In Zwischenräumen von 8 bis 14 Tagen — diese Zeiträume haben sich als ausreichend erwiesen — werden die beiden in der Versuchsanstalt in Gebrauch befindlichen Hygrometer mit einander verglichen und neu auf 100 eingestellt.

Der Vortheil dieses Hygrometers vor anderen Haar-Hygrometern besteht in der Leichtigkeit der Neubestimmung des Sättigungspunktes und der Justirung. —

Versuche, die Bindezeit von Cementen mit Hilfe des Amsler-Laffonschen und des Goodmanschen Abbindeprüfers, sowie eines von Prof. Martens construirten Apparates zu bestimmen, sind angestellt worden und noch im Gange, zur Veröffentlichung aber noch nicht weit genug vorgeschritten.

2. Volumbeständigkeit.

Die Normen schreiben vor:

> Portland-Cement soll volumenbeständig sein. Als entscheidende Probe soll gelten, daß ein auf einer Glasplatte hergestellter und vor Austrocknung geschützter Kuchen aus reinem Cement, nach 24 Stunden unter Wasser gelegt, auch nach längerer Beobachtungszeit durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf.

Die zur Ausbreitung der Kuchen benutzten Glasplatten und die Kuchen selbst sind dieselben, welche vorher bei der Probe auf Bindezeit beschrieben wurden. Verkrümmungen zeigen sich leicht durch Loslösen des Kuchens von der Platte. Nach Kantenrissen oder Netzrissen wird mit der Lupe geforscht.

> Die Kuchen, namentlich von langsam bindendem Cement, müssen bis nach erfolgtem Abbinden vor Zugluft und Sonnenschein geschützt werden, am besten durch Aufbewahren in einem bedeckten Kasten oder auch unter nassen Tüchern. Es wird hierdurch die Entstehung von Schwindrissen vermieden, welche in der Regel in der Mitte des Kuchens entstehen und von Unkundigen für Treibrisse gehalten werden können.

Die Aufbewahrung der Kuchen erfolgt in der Versuchsanstalt in einem aus Zink gefertigten Kasten von 40 . 40 . 20 cm, auf dessen Boden sich Holzrähmchen befinden, auf welche die Platten mit den Kuchen aufgelegt werden können. Der Deckel des Kastens ist innen mit dickem Filz belegt, welcher beständig feucht gehalten wird.

Mit Hilfe eines eingesetzten Hygrometers wird kontrolirt, ob die Feuchtigkeit der Luft in dem Kasten beständig auf gleicher Höhe bleibt.

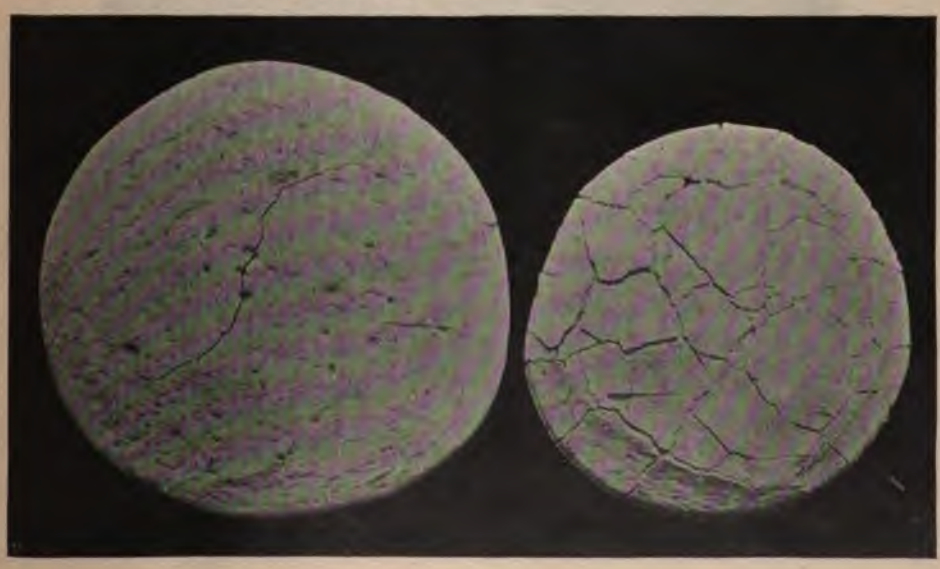


Fig. 5. Fig. 6.

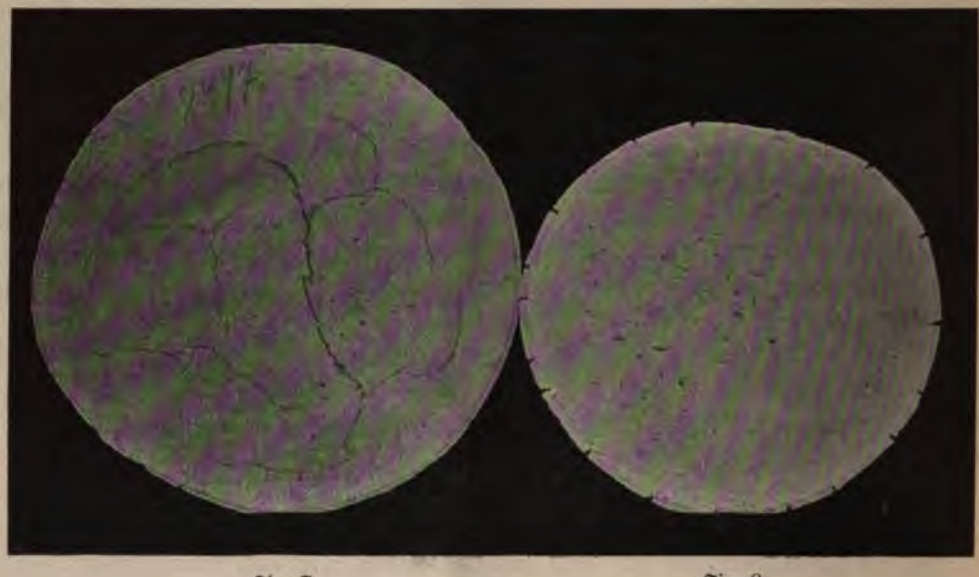


Fig. 7. Fig. 8.

Fig. 9.

Das Bedecken der Proben mit naſſen Tüchern iſt nicht zu empfehlen, da hierdurch leicht Proben beſchädigt werden.

Neben der Prüfung der im Waſſer gelagerten Kuchen wird auch die Prüfung bei Luftlagerung anderer Kuchen ausgeführt.

Zeigen ſich bei der Erhärtung unter Waſſer Verkrümmungen oder Kantenriſſe, ſo deutet dies unzweifelhaft „Treiben" des Cementes an, d. h. es findet infolge einer Volumvermehrung ein Zerklüften des Cementes unter allmählicher Lockerung des zuerſt gewonnenen Zuſammenhanges ſtatt, welches bis zu gänzlichem Zerfallen des Cementes führen kann.

Die Unterſcheidung von Schwindriſſen und Treibriſſen erfordert eine gewiſſe Uebung. Richtiges Urtheil über die Natur der Rißbildungen iſt nicht immer leicht zu fällen. Um die charakteriſtiſchen Merkmale der in Cementkuchen am häufigſten auftretenden Riſſe vor Augen zu führen, iſt in Fig. 5 u. 7 ein Kuchen mit deutlichen Schwindriſſen, in Fig. 6 u. 8 ein ſolcher mit Treibriſſen von der Ober- und Unterſeite aus geſehen, abgebildet. Fig. 9 zeigt einen Würfel, welcher aus einem treibenden Cement in der Miſchung 1 Cement zu

Fig. 10.

Normalſand hergeſtellt wurde und zur Zeit ſeiner photographiſchen Aufnahme mehrere Tage alt war, und Fig. 10 ein Stück ſtark auseinander getriebenen Mörtels aus einer Lagerfuge.

Die Unterſuchung der Kuchen auf Treib- oder Schwindriſſe oder andere auffällige Erſcheinungen erfolgt in der Verſuchsanſtalt durch je zwei Beobachter unabhängig von einander.

3. Feinheit der Mahlung.

Portland-Cement ſoll ſo fein gemahlen ſein, daß eine Probe deſſelben auf einem Siebe von 900 Maſchen pro qcm höchſtens 10 % Rückſtand hinterläßt. Die Drahtſtärke des Siebes ſoll die Hälfte der Maſchenweite betragen.

Die Kontrole der aus dem Handel bezogenen Cementſiebe hat ergeben, daß die Siebe ordentlich ungleichmäßig ſind, und daß entweder die Zahl der Maſchen nicht genau den Vorſchriften entſpricht oder die Drahtſtärke von der vorgeſchriebenen abweicht.

Bis jetzt iſt es nicht möglich geweſen, im Handel ein der Angabe der Normen genau entſprechendes Sieb aufzufinden. Es erſcheint deshalb nothwendig, wie auch weiter unten bei Berechnung der Sandſiebe noch näher begründet werden ſoll, die für die Cementprüfung

bestimmten Siebe, wie auch die Sandsiebe den in den Metallbindereien herrschenden Gepflogenheiten in Bezug auf Wahl der Drahtstärke u. s. w. besser anzupassen, dann aber auch die Siebgewebe im Großen herstellen zu lassen und von einer Stelle aus zu beziehen, so daß die Gleichmäßigkeit und die Uebereinstimmung aller Siebe gewährleistet werden kann.

In der Versuchsanstalt befinden sich von jeder Siebsorte zwei völlig gleiche Siebe, von denen das eine beständig benutzt, das andere zu gelegentlicher Kontrole aufbewahrt wird.

Nach Vorschrift der Normen soll das 900-Maschensieb besitzen 0,222 mm Maschenweite und 0,111 mm Drahtstärke. Das in der Versuchsanstalt bis jetzt benutzte Sieb hat 0,230 mm Maschenweite und 0,094 mm Drahtstärke.

Die Ausmessung der Drahtstärken geschah mit Hilfe eines Mikroskopes mit Okularschraubenmikrometer.

Ausführliche Untersuchungen von Siebgeweben des Handels, die zur Grundlage für neu aufzustellende Normalien dienen sollen, sind im Gange und werden später veröffentlicht werden.

4. Festigkeitsproben.

a. Hammerapparate und Formen.

Die Bindekraft von Portland-Cement soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt werden. Die Prüfung soll auf Zug- und Druckfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen und zwar mittelst Probekörper von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt und mit gleichen Apparaten.

Für die Anfertigung der Festigkeitsproben ist in der Versuchsanstalt der Böhmesche Hammer nebst den dazu gehörigen, allgemein bekannten Formen, für Zugprobekörper mit 5 qcm Querschnitt der Bruchfläche und für Druckprobekörper mit 50 qcm Würfelfläche vorhanden.

Eine besondere Schilderung dieses Apparates, der in seinen Grundzügen bereits in Heft 1, Jahrgang 1885 der „Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten" beschrieben worden ist, erscheint nicht erforderlich. Es sei nur erwähnt, daß in der Versuchsanstalt drei Hammerapparate und daneben noch zwei Hammerapparate an je eine Welle gekuppelt, auf je eine starke, gußeiserne Platte neben einander aufgeschraubt und auf massiven Mauerwerksklötzen so montirt sind, daß sie maschinell mit Hilfe einer kleinen Turbine betrieben werden können. Fig. 11 zeigt die Anordnung der fünf Hammerapparate der Versuchsanstalt.

Eine möglichst feste Aufstellung des Apparates ist, auch wenn nur ein einzelner Apparat mit der Hand betrieben werden soll, wie dies meist in Fabriken und auf Baustellen der Fall ist, durchaus nothwendig. Durch lange Versuchsreihen ist festgestellt worden, daß beispielsweise bei Aufstellung des Hammers auf einem Tische oder einer hölzernen Unterlage die Festigkeit der hergestellten Versuchskörper erhebliche Einbuße erleidet, vermuthlich wegen der Erschütterungen, die sich von der Tischplatte auf die Formen übertragen, wegen der durch die Schwingungen bewirkten Arbeitsverluste und der möglicherweise dadurch herabgeminderten Dichte der Versuchskörper.

Ueber den Einfluß der Dichte der Probekörper auf ihre Festigkeit sind besondere Versuchsreihen angestellt worden. In Tabelle 1 (S. 166 u. 167) sind die Gewichte und die Festigkeiten der 7 Tage alten Zug- und Druckprobekörper aus acht verschiedenen Cementen zusammengestellt. Die einzelnen Versuche sind nach der Festigkeit steigend geordnet und die größten und kleinsten Gewichte der einzelnen Körper jeder Reihe durch fetten Druck hervor-

hoben worden. Da der Rauminhalt der Körper überall derselbe ist, können die Gewichte mittelbar verglichen, und braucht nicht erst die Dichte berechnet zu werden. Es ist ersicht-, daß die größere Dichte des Probekörpers einer Reihe nicht auch die größere Festigkeit bingt. Dies kann indessen nur innerhalb der Grenzen der normenmäßig eingeschlagenen obekörper einer Reihe Geltung haben. Inwieweit die durch verschiedene Rammarbeit eugten Schwankungen in der mittleren Dichte der Probekörper ihre Festigkeit beeinflussen, ß durch besondere Versuche festgestellt werden, die in Aussicht genommen sind.

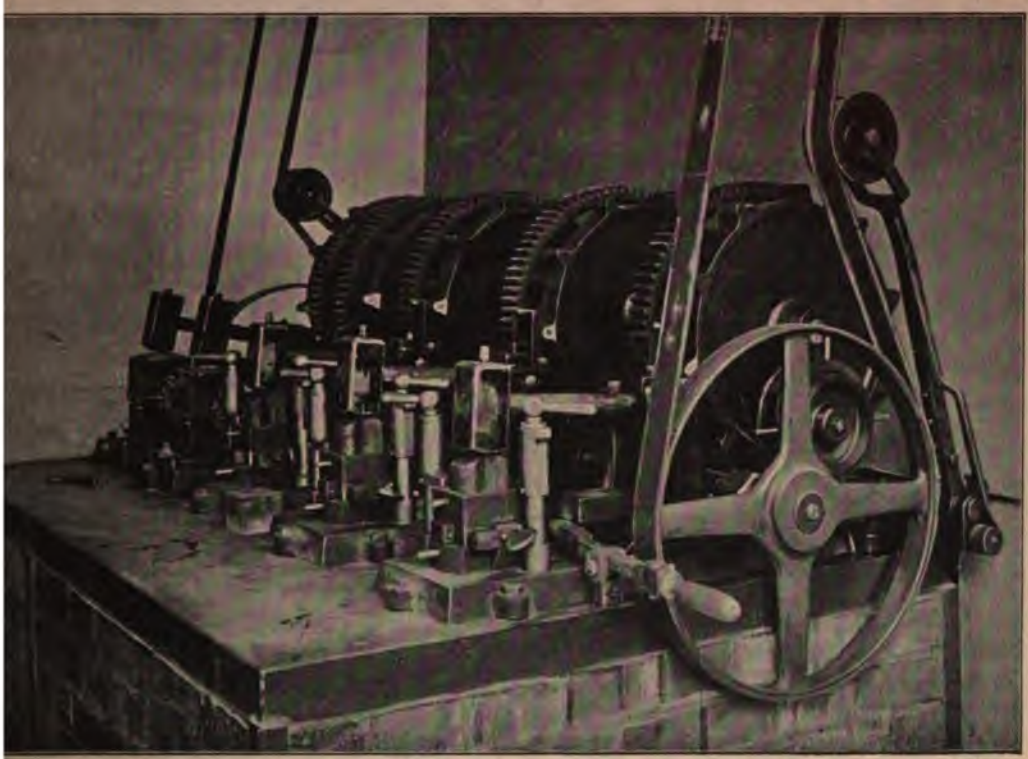


Fig. 11.

In langjähriger Praxis der Versuchsanstalt hat sich herausgestellt, daß die vielfach gen den Hammerapparat erhobenen Einwände zum größten Theil unberechtigt sind. Der mmerapparat hat sich als ein den an ihn zu stellenden Anforderungen völlig genügendes rsuchsinstrument erwiesen, dessen Vorzüge besser gewürdigt werden sollten.

Die fünf Hämmer der Versuchsanstalt sind genau nachgemessen und mit einander ver- chen worden; die Ergebnisse sind in der Tabelle 2 (S. 168) zusammengestellt.

Die drei älteren Hämmer wurden außerdem auf die Gleichmäßigkeit der mit ihnen eugten Probekörper hin geprüft (vergl. auch Tab. 4 und 5), und die Ergebnisse dieser rsuche sind in Tabelle 3 (S. 169) zusammengestellt.

Es sind in die Tabelle 3 nur die Ergebnisse der 28 Tagsproben aufgenommen worden, il diese für den Vergleich ausreichen. Die Ergebnisse beweisen, daß die drei Apparate riedigend übereinstimmende Festigkeitszahlen liefern. Die Schwankungen unter den Mittel- rthen aus den drei Apparaten halten sich innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen.

Tabelle 1. **Vergleich zwischen Dichte und Festigkeit**

7 Tage alte

Versuch Nr.	97				98b				12				16a			
	Zugproben		Druckproben		Zugproben		Druckproben		Zugproben		Druckproben		Zugproben		Druckproben	
	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm
1	**160**	*11,4*	807	*102*	**160**	*8,7*	790	*74*	158	*12,3*	802	*97*	**150**	*9,6*	779	*88*
2	160	*11,5*	810	*102*	155	*9,4*	800	*75*	158	*13,6*	804	*103*	151	*10,5*	777	*98*
3	163	*11,8*	807	*105*	155	*9,7*	790	*76*	**160**	*14,1*	800	*104*	151	*10,7*	779	*100*
4	160	*12,3*	805	*106*	**154**	*9,8*	**790**	*76*	157	*14,2*	**795**	*104*	150	*11,8*	779	*100*
5	160	*12,8*	807	*106*	157	*10,2*	795	*77*	**155**	*14,3*	800	*105*	151	*11,9*	**800**	*101*
6	**168**	*13,8*	807	*106*	155	*10,8*	793	*78*	155	*15,0*	807	*106*	151	*12,0*	777	*104*
7	160	*14,3*	810	*112*	157	*10,9*	797	*78*	156	*15,4*	798	*108*	151	*12,0*	777	*106*
8	160	*14,6*	**810**	*113*	155	*11,1*	798	*78*	158	*15,6*	802	*108*	150	*12,8*	777	*106*
9	160	*15,2*	**805**	*114*	155	*11,2*	802	*81*	158	*15,9*	812	*111*	151	*13,0*	777	*108*
10	160	*15,4*	807	*114*	156	*11,8*	**805**	*87*	158	*16,3*	**812**	*111*	**151**	*13,0*	778	*114*
Mittel	161	*13,4*	808	*108*	156	*10,4*	796	*78*	157	*14,7*	803	*105,7*	151	*11,7*	780	*102,3*
Differenz zwischen Max. u. Min.	3	*4,0*	5	*12*	6	*3,1*	15	*13*	5	*4,0*	17	*14*	1	*3,4*	23	*26*

Bei dem maschinellen Antrieb des Hammers, oder der mit einander in beliebiger Zahl verkuppelten Hämmer ist naturgemäß auf eine sicher wirkende Ausrückvorrichtung, welche nach 150 Schlägen der Hämmer unmittelbar in Thätigkeit zu treten hat, besonderes Augenmerk zu richten.

In der Versuchsanstalt hat sich für diesen Zweck die auf Tafel VIII dargestellte Vorrichtung bewährt, welche einer von Dr. Goslich angegebenen ähnlichen Konstruktion nachgebildet ist.

Die gußeiserne Unterlagsplatte des Hammerapparates trägt drei Paar Lagerböcke, in denen der Hammer, die Antriebswelle und das Daumenrad gelagert sind. Der Antrieb des Daumenrades d erfolgt mit Hilfe der Riemscheibe r, des auf gleicher Achse sitzenden Triebes t und des mit dem Daumenrade verkuppelten Zahnrades z. Das Daumenrad d trägt an seiner Nabe den Mitnehmer m, welcher in die Zähne der Zählscheibe s eingreift und mit jeder Umdrehung des Daumenrades, also nach 10 Schlägen des Hammers, den Zähler um einen Zahn weiter bewegt. Bei dem gewöhnlichen, mit der Hand getriebenen Hammerapparat geschah die Absperrung nach 150 Schlägen, d. h. nach einer vollständigen Umdrehung der Zählscheibe, welche 15 Zähne hat, durch Einschnappen der Hebelklinke h in den Ausschnitt u der Zählscheibe s.

Diese Hemmung ist bei maschinellem Antrieb des Apparates nicht ausreichend, es mußte vielmehr für eine gleichzeitige, plötzliche Auslösung der treibenden Kraft gesorgt werden, wenn Stöße und Brüche vermieden werden sollten. Hierzu wurde die folgende Einrichtung getroffen.

Der Treibriemen wird durch die Spannrolle d gespannt gehalten, die in einer langen Gabel läuft, welche lose drehbar auf der Welle b sitzt und in der Sperrklinke k und dem Sperrrade p nach einer Richtung den einen festen Stützpunkt findet, im übrigen aber mit dem Sperrrade und der Welle b drehbar ist.

Die Spannrolle bleibt in ihrer Lage, so lange der Klinkenhebel i an der äußeren Peripherie des auf der Zählscheibe s sitzenden unterbrochenen Ringes schleift. In demselben

normengemäß eingeschlagener Cementproben.

Probekörper.

16b				16c				26				27			
Zugproben		**Druckproben**		**Zugproben**		**Druckproben**		**Zugproben**		**Druckproben**		**Zugproben**		**Druckproben**	
Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm	Gewicht g	Festigkeit kg/qcm
154	*8,6*	798	*63*	**155**	*8,3*	**800**	*61*	160	*14,2*	810	*92*	**156**	*13,5*	800	*168*
157	*8,9*	795	*64*	158	*8,7*	815	*61*	157	*14,5*	**817**	*116*	159	*16,8*	795	*175*
155	*9,0*	800	*71*	160	*9,1*	800	*66*	**155**	*14,6*	810	*117*	156	*16,9*	**811**	*175*
155	*9,3*	802	*73*	160	*9,2*	810	*70*	160	*14,8*	812	*124*	156	*17,3*	810	*180*
155	*9,7*	805	*73*	158	*9,8*	805	*71*	160	*14,8*	**805**	*125*	156	*17,7*	809	*182*
155	*9,8*	803	*74*	160	*9,8*	815	*72*	157	*14,9*	805	*125*	157	*18,2*	808	*184*
156	*9,8*	**790**	*75*	160	*10,1*	805	*73*	160	*14,9*	805	*132*	160	*18,6*	798	*187*
155	*10,7*	**810**	*76*	**160**	*10,4*	815	*73*	155	*15,6*	805	*133*	156	*19,7*	802	*189*
157	*11,0*	795	*80*	158	*10,5*	805	*77*	160	*15,7*	815	*134*	157	*19,9*	**789**	*190*
155	*11,2*	800	*83*	158	*11,2*	**815**	*78*	**160**	*15,9*	807	*138*	**160**	*21,9*	795	*190*
155	*9,8*	800	*73,2*	159	*9,7*	809	*70,2*	158	*15,0*	809	*123,6*	157	*18,1*	802	*182*
3	*2,6*	20	*20*	5	*2,9*	15	*17*	5	*1,7*	12	*46*	4	*8,4*	22	*22*

Augenblick, in welchem der Hebel h die Zählscheibe durch Einschnappen in den Ausschnitt u arretirt, schnellt auch die mit dem Sperrrade fest verbundene Klinke i in den Ausschnitt v des Ringes und die Spannrolle wird lose. Sie wird mit Hilfe der Feder f zurückgedrückt; der Anschlag a hindert die Rolle dabei zu weit zurückzuschnellen. Der Handgriff g dient dazu, den Hebel i wieder in seine Anfangsstellung zu bringen, wobei der kleine Winkel n die Abwärtsbewegung des Hebels i begrenzt und wozu die Zählscheibe s mit Hilfe der Stifte e zurückgedreht werden muß, nachdem der Hebel h mit dem Handgriff l ausgehoben wurde.

Die Vorrichtung ist einmal für drei, das andere Mal für zwei mit einander verkuppelte Hammerapparate in Thätigkeit und hat sich in einjährigem Betriebe vollständig bewährt. —

Besondere Aufmerksamkeit bedarf die Zusammensetzung der Formen und ihre Befestigung an der Grundplatte des Hammerapparates.

Fig. 12 u. 13 (S. 170) zeigen eine Zugform und eine Druckform, wie sie früher in der Versuchsanstalt benutzt worden sind. Ursprünglich waren bei beiden die Aufsatzkästen nur lose auf die Form aufgesteckt und gegen seitliche Verschiebung durch die in den Abbildungen sichtbaren breiten Federn gesichert. Es stellte sich aber bald heraus, daß öfter während der Arbeit, namentlich wenn sich der eiserne Rammklotz (Formstempel) innerhalb des Aufsatzkastens etwas fest klemmte, der Aufsatzkasten sich abzuheben begann und das zusammengepreßte Mörtelmaterial zwischen Form und Aufsatzkasten heraustrat.

Um dies zu verhüten, wurden die Aufsatzkästen mit je zwei seitlichen, durch Spiralfedern angepreßten Klinken versehen, welche beim Aufsetzen des Kastens unter eine an der Form angebrachte keilförmige Nase eingreifen und Form und Kasten fest mit einander verbunden halten. Beim Abheben des Kastens werden die Klinken durch einen leichten Druck mit beiden Zeigefingern ausgelöst, wie aus der Betrachtung der Abbildungen Fig. 12 u. 13 leicht ersichtlich ist.

Aber auch diese Vorrichtung erwies sich als unvollkommen. Da die Befestigung der aus zwei gleichen Theilen bestehenden Zugkörperform und der aus zwei Winkeln zusammen-

Tabelle 2. Kontrole der Hammerapparate.

Hammer Nr.	Gewicht einschließl. Stiel und Schwanz kg	Länge der Hebelarme in mm vorn	Länge der Hebelarme in mm hinten	Hubhöhe mm bei mittlerer Stellung des Hammers 120 mm hoch	Abmessungen der Hammerköpfe mm Höhe	Breite	Dicke
I.	3,970	276	59	223 223 223 223 223 223 223 223 **223** 223	[1] 110	51,0	51
II.	4,015	276	60	229 229 229 229 229 229 229 229 **229** 229	[1] 110	51	51
III.	4,046	276	61	226 225 225 225 225 225 225 225 **226** 225	[1] 108,5	51	51,5
IV.	4,081	275	63	223 223 223 223 223 223 223 223 **223** 223	112	51	51
V.	4,028	274	63	223 223 223 223 223 223 223 223 **223** 223	112	51	51

[1]) Die drei älteren Hämmer waren an der Schlagfläche etwas abgenutzt.

Tabelle 3. Vergleich dreier Hammerapparate mit Bezug auf Gleichmäßigkeit der erzeugten Körper.

28 Tage alte Proben.

Portland-Cement Nr.	Vers. Nr.	Zugfestigkeit kg/qcm			Druckfestigkeit kg/qcm		
		Hammer			Hammer		
		I.	II.	III.	I.	II.	III.
69	1	16,0	15,0	16,4	179	164	156
	2	15,4	15,5	16,5	161	137	172
	3	16,8	16,7	14,7	165	174	173
	4			15,6			167
	Mittel	**16,1**	**15,7**	**15,8**	**168**	**158**	**167**
73	1	21,2	19,2	20,3	146	146	150
	2	17,0	15,0	22,5	142	149	136
	3	18,7	19,5	21,5	146		151
	4	20,0			152		
	Mittel	**19,2**	**17,9**	**21,4**	**147**	**148**	**146**
74	1	21,0	19,3	20,6	170	184	182
	2	20,9	20,6	18,7	175	183	180
	3	21,0	20,0	20,0	163	163	182
	4		21,7			168	
	Mittel	**21,0**	**20,4**	**19,8**	**169**	**175**	**181**
82a	1	20,0	22,0	18,6	165	180	172
	2	21,8	19,0	19,2	176	145	170
	3	20,5	19,5	19,5	164	176	175
	4			19,2	140		
	Mittel	**20,8**	**20,2**	**19,1**	**161**	**167**	**172**
82b	1	20,7	20,5	20,5	176	174	166
	2	16,0	22,0	19,2	169	178	172
	3	20,1	18,3	19,5	172	174	
	4		18,6		170	164	
	Mittel	**18,9**	**19,9**	**19,7**	**172**	**175**	**169**
82c	1	21,5	19,5	20,0	174	181	181
	2	18,6	17,5	18,6	167	179	172
	3	20,0	18,0	21,7	174	177	
	4			21,6	176	176	
	Mittel	**20,0**	**18,3**	**20,5**	**173**	**178**	**177**
84	1	21,5	21,7	22,6	174	149	175
	2	20,8	22,5	19,1	173	165	169
	3	23,0	19,4	21,1	177	163	180
	4			19,8			151
	Mittel	**21,8**	**21,2**	**20,7**	**175**	**159**	**169**
95	1	19,5	18,3	19,0	166	146	168
	2	21,1	19,5	18,8	155	164	163
	3	17,0		19,6	163	177	169
	4	20,6		16,5			
	Mittel	**19,6**	**18,9**	**18,5**	**161**	**162**	**167**
100	1	20,3	23,1	22,1	155	150	144
	2	18,6	20,2	20,0	155	149	154
	3	20,5	20,5		146	143	155
	4					153	
	Mittel	**19,8**	**21,3**	**21,1**	**152**	**149**	**151**
Mittel aus allen		**19,7**	**19,3**	**19,6**	**164**	**163**	**166**

gesetzten Druckkörperform auf der gußeisernen Formplatte mit Hilfe einer Schraube erfolgte, welche die beiden Formhälften zusammen und gegen eine Nase der Formplatte drückt (wie z. B. auch aus Fig. 25 ersichtlich ist), stellte sich — namentlich bei älteren Formen — beim Anziehen der Schraube ein leichtes Lüften der Form von der Formplatte ein. Während des Einschlagens fand dann das Mörtelmaterial Gelegenheit, zwischen Form und Platte auszutreten und die Körper wurden ungenau.

Es galt also, um dies zu verhindern, Formplatte, Form und Aufsatzkasten fest mit einander zu verbinden.

Fig. 12. Fig. 13.

Nun hatte zur Erreichung desselben Zweckes schon Dr. Goslich eine Vorrichtung konstruirt[1]), welche in Fig. 14 dargestellt ist. Die Abbildung zeigt den Durchschnitt der fertig aufgestellten Druckkörperform und Zugkörperform mit Aufsatzkasten, die Zusammensetzung der Würfelform E mit Hilfe des Ringes R und die Oberansicht des Aufsatzkastens für die Zugkörperform. A ist die Grundplatte des Hammerapparates, BB sind die seitlich angebrachten Halteschrauben. C ist die Unterlagsplatte (Formplatte), wie üblich gegen Verschiebung durch Knaggen D festgehalten. E ist die Form und F der Fülltrichter (Aufsatzkasten), welcher seitlich mit zwei Winkeleisen versehen ist. Diese Winkeleisen haben Schlitze G, in welche die Halteschrauben B hineingeklappt werden können. Durch Anziehen der Flügelmuttern verbindet man F, E und C fest mit der Grundplatte A.

Für die Zugprobekörper hat die Unterlagsplatte C eine größere Dicke. Darauf kommt dann Form und Aufsatzkasten mit seitlichen Winkeleisen wie bei der Druckform. Die offene Seite der Winkeleisen steht hier nach unten, wodurch es möglich wird, daß dieselben Halteschrauben benutzt werden können, ohne daß die Flügelmuttern wesentlich verstellt zu werden brauchen.

[1]) Vergl. Protokoll der Verhandlungen des Vereins deutscher Portland-Cement-Fabrikanten Jahrgang 1894, S. 49.

Die Druckkörperform besteht bei dieser Einrichtung aus vier einzelnen Platten, die an den senkrecht stehenden Kanten schwach konisch abgefast sind und durch einen gußeisernen Ring R zusammengehalten werden.

So zweckentsprechend die Goslich'sche Festhaltung nun auch für den einzelnen Fall sein mag, für die Versuchsanstalt hatte sie wesentliche Nachtheile. Die aus vier Theilen zusammengesetzten Druckkörperformen sind umständlich in der Handhabung, namentlich wenn es sich um Massenherstellung von Probekörpern handelt, und die seitlich umlegbaren Schraubenbolzen hätten bei den nahe nebeneinander stehenden Apparaten die Arbeit behindert.

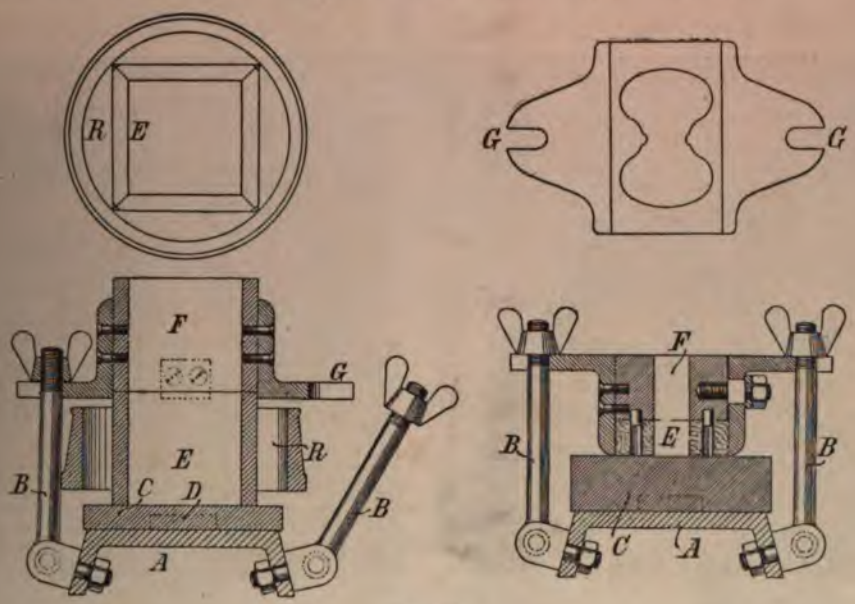


Fig. 14.

Herr Professor Martens unternahm es deshalb, eine neue Festhaltung zu konstruiren, die eine möglichst einfache, rasche Handhabung ermöglichen, die genaue Lage der Form durch Anschläge sichern und eine leichte Reinigung von Form und Grundplatte gewährleisten sollte.

Die Grundplatte wurde dementsprechend gleichzeitig mit geringerem Raumanspruch und Gewicht umgestaltet.

Die ganze Konstruktion ist bereits erprobt und hat sich durchaus bewährt.

In Fig. 15 ist die Zugkörperform und in Fig. 16 die Druckkörperform photographisch dargestellt. Tafel VIII enthält die Konstruktionszeichnungen beider Formen mit Zubehör.

Auf der Grundplatte A des Hammerapparates stehen zwei eiserne Säulchen B, welche an ihrem Kopfende gußeiserne Hülsen C mit zwei um 180° zu einander versetzten Nasen N_1 N_2 tragen. Die Hülsen haben eine Führung in den Schlitzen S an Stiften T, werden durch Spiralfedern F nach oben gedrängt und durch Schrauben U niedergedrückt.

Zwischen die Säulchen B werden die veränderten Grundplatten P für Zugkörperformen oder Druckkörperformen so eingeschoben, daß sie mit ihren Ausschnitten über den Schraubenkopf K greifen, und mit den Anschlägen D an der linken, vorderen Säule anliegen.

Die Stellung der Formplatte ist damit unveränderlich festgelegt. Der Kopf der Schraube K und der Anschlag D liegen hoch, damit keine Verschmutzung durch Mörteltheile

eintreten kann. Auch die Gestaltung der Anschläge und Nasen M und L ist diesem Zwecke angepaßt.

Die zweitheilige Druckkörperform legt sich mit einer Seite an die Nase L der Formplatte P und mit der rechtwinklig dazu stehenden hinteren Seite an zwei Anschläge M, und wird mit Hülfe einer Feder G durch die Schraube H zusammengepreßt.

Die Feder ist zwischen Schraube und Form eingeschaltet, damit nicht die Schraube bei excentrischem Angriff wie bei den alten Formen Veranlassung zum Lüften oder Verschieben der Formen geben kann. Zugleich ist verhindert, daß die Schraube einen Eindruck in der Form hinterläßt.

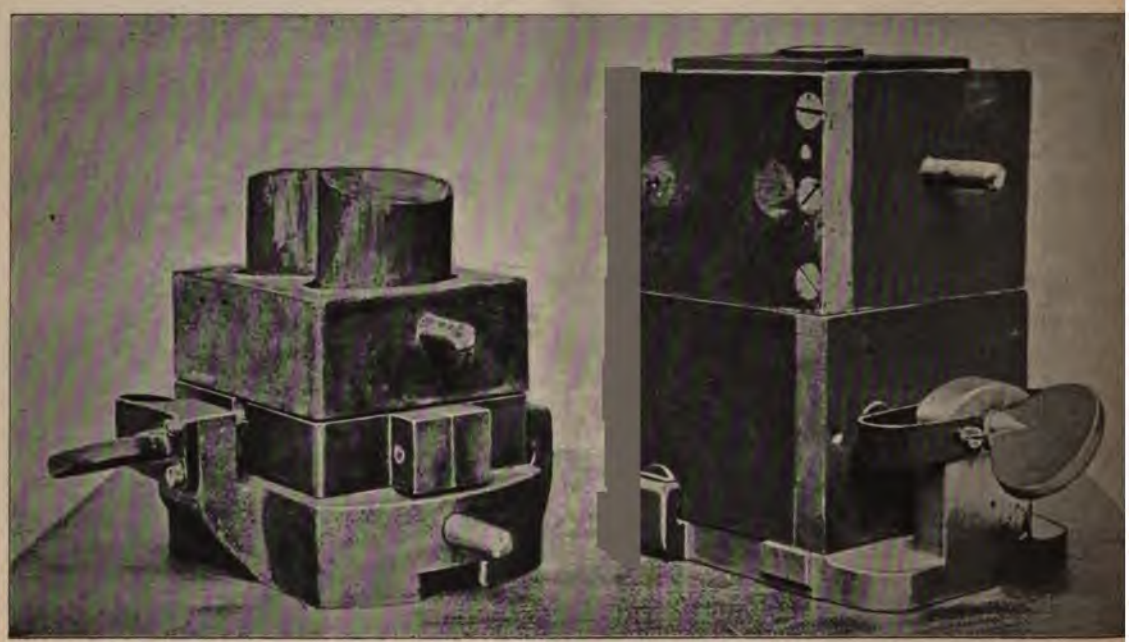


Fig. 15. Fig. 16.

Ganz ähnlich ist die Einrichtung der Zugkörperformen. Sie werden von der Seite und gegen die Ansätze L gedrückt und so zusammengehalten.

Der Aufsatzkasten steht auf beiden Formen durch Stifte unverrückbar fest.

Die Druckkörperformen werden mit Grundplatte und Aufsatzkasten durch Vermittelung der Nasen N_1 zu einem Ganzen verbunden, die Zugkörperformen mit Hülfe der Nasen N_2, nachdem die Hülsen C um 180° gedreht worden sind.

Aufsatzkästen, Formen und Stempel sind auf das sorgfältigste auswechselbar hergestellt, die Zugkörperformen sind gefräst, und auch die einzelnen Hälften unter einander verwechselbar.

Die Festhaltung ist eine ungemein einfache und sichere. Alle losen Theile und scharfen Ecken, in denen sich Cement festsetzen könnte, sind vermieden. Die Grundplatten sind bedeutend handlicher geworden.

Durch besondere Versuchsreihen war zu ermitteln, ob die mit den neuen Formen hergestellten Probekörper dieselben Ergebnisse lieferten, wie die Körper aus den alten Formen. Einige dieser Versuchsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4. Vergleichende Versuche an Zug- und Druckprobekörpern, welche mit alten bezw. neuen Formen hergestellt sind.[1])

Normengemäße Erhärtung.

Cement-Marke	Mörtel aus 1 Gew.-Thl. Cement + 3 Gew.-Thl. Normalsand							
	Zugfestigkeit kg/qcm				Druckfestigkeit kg/qcm			
	7 Tage alt		28 Tage alt		7 Tage alt		28 Tage alt	
Portland-Cement 42	17,5	*17,5*	18,1	*20,4*	155,6	*161,0*	197,6	*214,0*
	19,2	*19,4*	19,6	*20,3*	155,0	*166,4*	216,4	*219,0*
	17,8	*17,4*	20,1	*19,6*	149,0	*153,6*	194,8	*208,0*
	17,0	*17,1*	18,8	*20,5*	154,0	*167,0*	206,8	*205,6*
	19,5	*16,9*	19,9	*20,7*	—	*168,2*	—	*208,0*
	—	—	—	—	—	*163,0*	—	*213,0*
Mittel	18,2	*17,7*	19,3	*20,3*	153,4	*163,2*	203,9	*211,3*
Portland-Cement 45	8,4	*7,7*	16,3	*17,3*	70,0	*71,4*	126,0	*141,0*
	8,8	*9,0*	17,2	*16,2*	68,0	*75,2*	124,8	*129,0*
	7,1	*9,7*	13,9	*15,3*	68,0	*68,0*	120,0	*122,0*
	8,4	*8,0*	15,0	*16,0*	—	*70,0*	125,0	*141,0*
	9,0	—	14,6	*14,2*	—	*65,0*	126,4	*134,4*
	8,0	—	—	—	—	*70,0*	—	—
	—	—	—	—	—	*69,6*	—	—
Mittel	8,3	*8,6*	15,4	*15,8*	68,7	*69,9*	124,4	*133,5*
Schlacken-Cement 15	22,3	*20,5*	—	—	110,0	*110,0*	—	—
	22,2	*20,2*	—	—	113,0	*120,6*	—	—
	24,7	*23,3*	—	—	110,0	*110,0*	—	—
	21,4	*23,2*	—	—	—	*119,0*	—	—
	—	*20,7*	—	—	—	*116,8*	—	—
	—	*20,7*	—	—	—	—	—	—
Mittel	22,7	*21,4*	—	—	111,0	*115,3*	—	—
Portland-Cement 9d	11,7	*12,3*	17,4	*17,5*	74,2	*71,0*	123,0	*118,0*
	10,6	*13,0*	16,6	*17,7*	76,2	*80,0*	105,4	*119,0*
	12,2	*12,8*	14,3	*14,8*	81,6	*76,0*	107,6	*118,2*
	11,9	*13,4*	14,0	*16,2*	66,0	*85,0*	116,0	*113,6*
	13,2	*14,6*	15,8	*16,0*	76,0	—	117,6	—
	—	—	—	—	78,4	—	102,0	—
Mittel	11,9	*13,2*	15,6	*16,4*	75,4	*78,0*	111,9	*117,2*
Portland-Cement 9a	14,9	*13,8*	16,4	*17,0*	86,0	*98,0*	175,6	*185,0*
	15,7	*14,6*	16,9	*18,3*	96,4	*102,0*	155,2	*177,0*
	15,7	*14,4*	16,8	*17,3*	97,8	*96,2*	162,0	*180,0*
	14,7	*14,3*	16,8	*18,6*	94,4	*100,0*	156,0	*181,8*
	14,8	*15,4*	18,1	—	88,8	—	159,0	*169,0*
	—	—	16,8	—	83,0	—	—	—
Mittel	15,2	*14,5*	17,0	*17,8*	91,1	*99,1*	161,6	*178,6*
Portland-Cement 9b	14,1	*16,5*	16,0	*18,2*	128,0	*108,0*	168,6	*193,0*
	14,2	*14,1*	17,9	*17,9*	122,0	*130,0*	187,4	*192,0*
	13,2	*14,2*	16,0	*17,3*	128,6	*126,4*	182,6	*186,6*
	13,2	*14,9*	16,4	*17,8*	124,0	*122,0*	185,2	*200,0*
	—	*14,4*	16,6	*17,5*	104,0	—	176,4	*193,0*
	—	*14,8*	—	—	128,0	—	—	—
Mittel	13,7	*14,8*	16,6	*17,7*	122,4	*121,6*	180,4	*192,9*

[1]) Die geraden Ziffern stellen die Ergebnisse mit den in den alten Formen hergestellten Probekörpern dar, die schrägen Ziffern die Ergebnisse der Proben aus den neuen Formen.

Cement-Marke	Mörtel aus 1 Gew.-Thl. Cement + 3 Gew.-Thl. Normalsand							
	Zugfestigkeit kg/qcm				Druckfestigkeit kg/qcm			
	7 Tage alt		28 Tage alt		7 Tage alt		28 Tage alt	
Portland Cement 56	17,1	20,8	22,3	20,1	140,0	148,0	231,0	218,6
	20,1	17,7	22,5	21,5	139,0	163,6	202,0	228,0
	18,2	18,7	21,9	24,6	154,4	138,0	220,8	239,0
	17,2	20,4	21,2	22,4	143,4	150,6	188,8	218,2
	16,1	16,7	22,6	23,4	143,2	154,2	238,0	220,0
Mittel	17,7	18,9	22,1	22,4	144,0	150,9	216,1	224,6
Portland Cement 55	16,8	15,2	17,9	18,1	115,6	106,4	169,0	164,0
	15,4	15,3	20,2	18,7	114,8	108,0	164,0	164,2
	17,0	14,9	18,9	18,0	107,0	100,0	156,0	160,0
	18,1	19,6	20,5	19,0	110,0	116,8	151,0	162,0
	18,3	13,8	18,9	—	101,0	—	154,0	161,2
	—	—	18,9	—	100,0	—	—	—
Mittel	17,1	15,8	19,2	18,5	108,1	107,8	158,8	162,3
Englischer Cement 50	10,5	12,1	14,6	17,0	88,2	106,8	134,0	160,2
	12,1	11,7	14,0	16,4	90,6	99,0	157,0	159,0
	10,8	12,3	14,6	15,1	88,6	87,8	147,0	154,0
	10,8	11,9	14,3	15,6	80,0	—	148,6	177,4
	—	12,1	13,4	15,1	98,0	—	157,4	—
	—	11,3	—	—	84,0	—	152,4	—
	—	—	—	—	88,0	—	—	—
Mittel	11,1	12,0	14,2	15,8	88,2	97,9	149,4	162,7
Portland Cement 54	11,1	10,5	13,8	14,7	95,0	98,8	166,0	178,4
	11,1	13,5	14,9	14,1	91,4	91,6	174,0	174,0
	13,6	10,2	13,2	14,9	94,4	92,2	166,0	196,0
	—	11,8	14,2	15,2	100,4	88,0	172,0	195,6
	—	11,3	—	13,9	86,0	92,0	195,0	190,2
	—	11,9	—	15,3	—	—	—	—
	—	10,9	—	—	—	—	—	—
Mittel	11,9	11,3	14,0	14,7	93,4	92,5	174,6	186,8
Portland Cement 59	18,4	18,7	18,6	19,3	133,0	136,2	218,0	235,6
	16,6	19,2	19,4	18,9	124,6	137,0	228,6	228,0
	18,1	20,6	18,7	18,1	130,8	131,6	225,0	229,0
	19,4	18,6	18,3	16,6	135,0	146,0	220,0	226,0
	—	20,3	—	20,0	132,0	132,2	210,0	224,0
	—	20,8	—	19,3	—	—	—	—
Mittel	18,1	19,7	18,8	18,7	131,1	136,6	220,3	228,5
Portland Cement 56	16,5	15,8	22,4	20,4	153,0	171,0	243,8	258,8
	17,2	18,1	21,2	23,2	153,4	170,0	254,6	260,4
	16,9	16,8	22,3	23,7	155,4	168,4	263,0	251,4
	17,4	19,2	23,7	21,7	172,0	177,6	252,2	—
	16,9	—	—	22,0	155,0	—	246,0	—
	17,0	—	—	21,5	156,2	—	248,6	—
	—	—	—	—	—	—	225,0	—
Mittel	17,0	17,5	22,4	22,1	157,5	171,8	247,6	256,9

Es ist ersichtlich, daß in der Zugfestigkeit befriedigende Uebereinstimmung herrscht, daß aber die 28 Tagsproben einen mehr begünstigenden Einfluß der neuen Formen erkennen lassen als die 7 Tagsproben. Deutlicher tritt dieser Einfluß bei den Druckproben hervor, die fast durchweg eine höhere Festigkeit aufweisen, wenn sie mit den neuen Formen hergestellt sind.

Die Festigkeitserhöhung beträgt im Mittel der

Zugfestigkeit		Druckfestigkeit	
nach 7 Tagen	nach 28 Tagen	nach 7 Tagen	nach 28 Tagen
2,1 %	2,8 %	4,6 %	5,4 %

Man sieht also, daß vielerlei Umstände beim Einschlagen der Probekörper zu beachten sind und daß auch die Konstruktion der Formen von Einfluß auf die Festigkeit ist. Die Versuchsanstalt wird diesen Gegenstand noch weiterhin eingehend untersuchen und die Ergebnisse der Untersuchungen auf schädliche Einflüsse bei Herstellung der Probekörper so bald als möglich veröffentlichen. Vorläufig ist der Umbau der beiden neuen Hämmer für die Martens-Formen in Aussicht genommen, so daß die alten Formen bald ganz außer Gebrauch kommen werden. Bis dahin werden zu den auf Antrag auszuführenden Prüfungen nur drei Hämmer mit den neuen Formen benutzt.

Die Besprechung der Formen für die Festigkeitskörper kann nicht verlassen werden, ohne wiederholt auf den Uebelstand hinzuweisen, daß namentlich die aus dem Handel bezogenen Zugkörperformen vielfach außerordentlich ungleichmäßig sind und daß ihre Hälften sich nicht unter einander verwechseln lassen. Die Versuchsanstalt hat deshalb Sorge getragen, daß alle von ihr benutzten Formhälften völlig gleichmäßig gefräst werden und unter einander verwechselungsfähig sind.

Durch Nachwiegen der eingeformten Probekörper und gelegentlich anzustellende besondere Versuche wird festgestellt, ob die Formen sich nicht durch Abnutzung, die namentlich bei den Messingformen bald eintritt, geändert haben.

Besonderes Augenmerk ist auch darauf zu richten, daß die Aufsatzkästen eine etwas kleinere Oeffnung als die Formen haben, damit der Schlagstempel sich nicht auf den Rand der Form aufsetzen kann.

Die Schlagstempel müssen in dem Aufsatzkasten sehr lose geführt sein.

Vor längerer Zeit wurde vorgeschlagen, den Schlagstempel in dem Aufsatzkasten dicht zu führen, ihn aber nahe seinem unteren Rande mit einer Rinne zu versehen, in welcher der etwa zwischen Schlagstempel und Aufsatzkasten durchtretende Mörtel Platz finden sollte. Die Reibung sollte auf diese Weise vermindert werden; die praktischen Erfahrungen schienen aber nicht zu Gunsten dieses Schlagstempels zu sprechen.

Es wurden deshalb im November 1895 besondere Probereihen angefertigt, um die Wirkungsweise der Führung des Schlagstempels festzustellen.

Gleichzeitig sollten die Versuche dazu dienen, um die damals noch mit alten Formen und Befestigungen versehenen drei Hämmer der Versuchsanstalt[1]) unter einander zu vergleichen.

Zu den Versuchen wurden Zugproben aus einem Mörtel aus 1 Portland-Cement : 3 Normalsand hergestellt. Die Proben lagen die ersten 24 Stunden, gegen Zugluft gut geschützt, im feuchten Raume, und sechs Tage unter Wasser. Nach sieben Tagen wurden sie zerrissen.

Bei der Herstellung der Proben wurde benutzt:

A. Ein fest auf der Form sitzender Aufsatzkasten und ein dicht geführter Stempel mit Rille;

[1]) Der vierte und fünfte Hammer sind erst im Mai 1896 in Betrieb genommen worden. Mit diesen und gleichzeitig mit den Hämmern 1, 2 und 3 werden die vergleichenden Versuche von Zeit zu Zeit wiederholt werden.

B. Ein fest auf der Form sitzender Aufsatzkasten und ein sehr lose gehender Stempel ohne Rille;

C. Ein lose auf der Form sitzender Aufsatzkasten und ein sehr lose gehender Stempel ohne Rille.

Die Versuche lieferten die in Tab. 5 zusammengestellten Ergebnisse.

Tabelle 5. **Vergleichende Versuche mit drei Hammerapparaten bei verschiedenen Einschlagverfahren.**

Hammer	Vers. Nr.	Verfahren A		Verfahren B		Verfahren C	
		Gewicht g	Zugfestigkeit kg/qcm	Gewicht g	Zugfestigkeit kg/qcm	Gewicht g	Zugfestigkeit kg qcm
I	1	162	18,0	157	17,5	157	18,2
	2	160	19,7	159	16,3	157	16,3
	3	164	18,7	156	16,7	157	18,8
	4	157	15,0	156	18,0	158	16,8
	5	159	20,7	157	16,1	156	19,2
	6	157	16,5	159	19,4	157	18,5
	7	159	18,0	156	17,2	158	17,0
	8	158	16,8	156	16,0	159	20,0
	9			155	14,8	157	17,7
	10			156	14,7	157	16,1
	Mittel	**159,5**	**17,9**	**156,7**	**16,7**	**157,3**	**17,9**
II	1	155	17,0	155	16,5	158	17,2
	2	157	17,4	155	19,1	158	20,0
	3	158	16,0	157	20,8	158	18,0
	4	157	18,1	159	19,0	158	17,6
	5	157	16,2	156	15,4	157	17,6
	6	157	15,7	159	18,2	159	17,3
	7	157	16,5	156	16,4	157	19,2
	8	156	12,7	158	18,2	158	19,2
	9			158	17,3	156	18,1
	10			156	15,0	157	18,5
	Mittel	**156,8**	**16,2**	**156,9**	**17,6**	**157,6**	**18,3**
III	1	157	16,4	156	15,7	156	17,2
	2	160	20,7	158	16,7	157	17,6
	3	157	12,7	156	17,6	157	16,2
	4	157	18,0	156	15,7	157	16,7
	5	157	18,2	155	15,4	158	16,2
	6	158	17,0	156	18,5	153	19,0
	7	157	17,6	157	17,4	156	18,8
	8	156	13,5	158	18,9	157	21,9
	9			157	20,1	157	17,6
	10			160	19,3	157	16,2
	Mittel	**157,4**	**16,8**	**156,9**	**17,5**	**156,5**	**17,8**

Aus dieser Tabelle ergeben sich die folgenden Mittelwerthe:

Mit Hammer	Wahrscheinliche Fehler r in Procent und mittlere Zugfestigkeit in kg/qcm nach Methode						
	A	r	B	r	C	r	Mittel
I	17,9	6,5	16,7	5,5	17,9	4,6	**17,5**
II	16,2	6,4	17,6	6,5	18,3	3,2	**17,4**
III	16,8	9,7	17,5	6,0	17,8	6,4	**17,4**
Mittel	**17,0**	**7,5**	**17,3**	**6,0**	**18,0**	**4,7**	

Die Uebereinstimmung der Hämmer befriedigte vollkommen. Von den Einschlageverfahren lieferte C (lose auf der Form sitzender Aufsatzkasten mit einem sehr lose gehenden Stempel ohne Rille) die höchsten Festigkeitswerthe. Die Einzelgewichte der Probekörper zeigten bei den Verfahren B und C die größte Uebereinstimmung, die mittleren Gewichte stimmten bei dem Verfahren B (fest auf der Form sitzender Aufsatzkasten und ein sehr lose gehender Stempel ohne Rille) am besten überein.

Die wahrscheinlichen Fehler, nach der Methode der kleinsten Quadrate $r = 0{,}674\sqrt{\frac{\Sigma(\Delta^2)}{m}}$ berechnet, sind in den Spalten der Tabelle unter r angegeben.

Das Einschlagverfahren C, welches dem Schlagstempel die größtmögliche Bewegungsfreiheit gestattete, hat die kleinsten Fehler, das Verfahren B die größte Uebereinstimmung der Versuchsergebnisse geliefert.

Es sind deshalb neuerdings in der Versuchsanstalt ganz lose gehende Schlagstempel ohne Rille in Gebrauch, da letztere bei einem losen Stempel an sich überflüssig ist.

Für die Untersuchung der Frage der steigenden Verdichtung der Probekörper mit der wachsenden Anzahl der Hammerschläge, welche früher schon auf Grund von Versuchen erörtert wurde[1]), sind, wie bereits erwähnt, neue Versuchsreihen eingeleitet, deren Ergebnisse s. Z. gesondert veröffentlicht werden.

b. Festigkeitsprobirmaschinen.

Die Normen sagen ferner:

> Obgleich das Verhältniß der Druckfestigkeit zur Zugfestigkeit bei den hydraulischen Bindemitteln ein verschiedenes ist, so wird doch vielfach nur die Zugfestigkeit als Werthmesser für verschiedene hydraulische Bindemittel benutzt.
>
> Dies führt jedoch zu einer unrichtigen Beurtheilung der letzteren. Da ferner die Mörtel in der Praxis in erster Linie auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen werden, so kann die maßgebende Festigkeitsprobe nur die Druckprobe sein.
>
> Um die erforderliche Einheitlichkeit bei den Prüfungen zu wahren, wird empfohlen, derartige Apparate und Geräthe zu benutzen, wie sie bei der Königlichen Prüfungsstation in Charlottenburg-Berlin in Gebrauch sind.

Obgleich in den Normen ausdrücklich auf die Wichtigkeit der Druckprobe hingewiesen ist, beschränkt man sich in der Praxis sehr häufig auf die Ausführung der Zugprobe, wodurch man leicht zu einer falschen Beurtheilung des Cementes kommen kann. Neben der Zugprobe sollte stets die Druckprobe ausgeführt werden, deren Unentbehrlichkeit schon auf Grund der Cementuntersuchungen aus den Betriebsjahren 1891/92 und 1892/93 (vergl. „Mittheilungen" 1893 S. 201) nachgewiesen werden konnte.

Zur Prüfung der Cemente und Cementmörtel auf Zugfestigkeit dient in der Versuchsanstalt der bekannte Michaëlissche Hebelapparat mit Schrotzulauf, und zur Prüfung auf Druckfestigkeit dient die Amsler-Laffonsche 30 t-Presse. Wenn die letztere, was bei der Prüfung von reinem Portland-Cement nach längerer Erhärtungsdauer öfter vorkommt, mit ihrer Kraftleistung nicht ausreicht, so wird die 150 t-Presse der Versuchsanstalt zu Hülfe genommen.

Der Hebelapparat und die Amsler-Laffonsche Presse sind beide so bekannt, daß von einer Beschreibung dieser Maschinen abgesehen werden kann. Es sei indessen schon hier

[1]) Vergl. Mittheilungen 1895, Heft I.

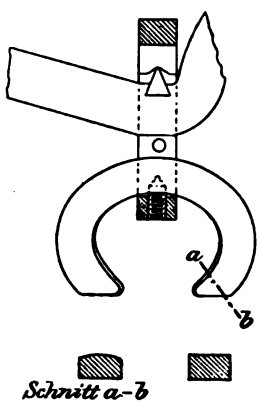
erwähnt, daß das Bestreben der Versuchsanstalt darauf gerichtet ist, beide Maschiner einfachere zu ersetzen, wozu die einleitenden Schritte bereits gethan sind.

Einstweilen wird aber noch mit beiden Apparaten zu rechnen sein und es darf nicht unerwähnt bleiben, daß sie einer sorgfältigen Pflege bedürfen, wenn sie zur arbeiten sollen.

Kontrole des Hebelapparates.

An dem Hebelapparat sind die Pfannen und Schneiden stets frei von Stau Schmutz zu halten.

Die Klauen, welche die Cementprobe umfassen, müssen an ihrem unteren Ende gestaltet sein, was bei den älteren Apparaten nicht der Fall ist.



Schnitt a–b

Fig. 17.

Fig. 17 zeigt in dem Schnitt a b die Gestaltung der A fläche und daneben die alte, zu verwerfende Gestaltung de mit ebener Fläche, welche Veranlassung giebt, daß die Pro leicht klemmen und zu früh zum Bruche kommen.

Um die Zuverlässigkeit und die Empfindlichkeit des apparates zu prüfen, ist er einer eingehenden Untersuchung worfen worden.

Zunächst wurde erprobt, wie die Festigkeitsergebni ungenauer Einspannung der Probekörper ausfallen. Es je 10 Probekörper aus 1 Gewichtstheil Cement und 3 G theilen Normalsand mit 9,5 % Wasser normengemäß einge und nach 15 Tagen Wassererhärtung

a) sorgfältig und senkrecht in die Klauen des Apparates ei
b) absichtlich nach rechts geneigt eingespannt,
c) „ „ links „ „ .

Fig. 18 zeigt schematisch die Einspannlage der Probekörper, übertrieben gezeichn in Tab. 6 sind die gefundenen Werthe in kg/qcm zusammengestellt.

Aus ihnen ist ersichtlich, daß die schiefe Einspannung der Proben in den Appa mittlere Festigkeit nicht beeinflußt.

Sodann wurde der ganze Apparat auf die Richtigkeit des Hebel-Uebersetzungsverhä die Durchbiegung und Beweglichkeit der Hebel geprüft.

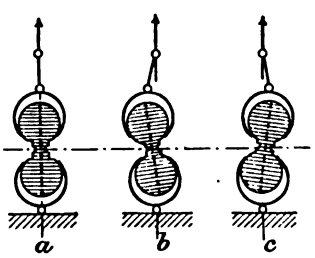


Fig. 18.

Tabelle 6. **Einfluß der Einspannlage der Probekörper.**

Versuch Nr.	Lage a	Lage b	Lage c
1	20,2	23,3	22,6
2	Min. 19,6	22,7	23,8
3	23,2	25,2	21,9
4	21,0	20,9	23,6
5	Max. 26,0	22,8	25,3
6	24,3	Min. 20,5	24,2
7	21,4	22,6	Min. 26,4
8	23,6	25,0	23,1
9	22,1	22,9	Max. 21,8
10	24,1	Max. 25,5	22,1
Sa	225,5	231,4	234,8
Mittel	**22,6**	**23,1**	**23,5**

In Fig. 19 ist die dabei benutzte Anordnung schematisch dargestellt.

Der Apparat wurde auf einem festen Unterbau nach der Wasserwaage aufgestellt. In dem Drehpunkt A des oberen Hebels wurde eine dünne, schmale Latte auf der Schneide des Hebels festgekittet. Bei 1 und 2 wurden Millimetermaßstäbe in den Entfernungen 375 bezw. 225 mm vom Drehpunkte befestigt. Die Verschiebung der einen Index tragenden Holzlatte gegen diese Maßstäbe wurde im Laufe des Versuches beobachtet und ergab das Maß der Durchbiegung des Hebels H_1. In ähnlicher Weise wurde die Durchbiegung des Hebels H_2 mit Hülfe einer an der Schneide B befestigten Holzlatte, die bei 3 und 4 Maßstäbe trug, ermittelt.

Durch Verschieben des Laufgewichtes λ wurde die Maschine so austarirt, daß die Oberkante des Hebels H_1 auf den Nullpunkt einspielte. Außerdem wurde am Maschinengestell ein Maßstab und am Hebel H_1 ein Index befestigt, mit dessen Hülfe im Laufe des Versuches die Gleichmäßigkeit der Schwingungen der Maschine ermittelt werden konnte.

Die Belastung G bestand aus einer Wagschale, die in den Haken des Gehänges S eingehängt war und mit Gewichtsstücken besetzt wurde.

Das Gewicht der Wagschale, des Gehänges und eines quer über die Wagschale gelegten Brettes wurde mit 4,839 kg in Rechnung gestellt.

Beim Versuch wurde darauf geachtet, daß die Rundeisenstange G in der mit Gewinde versehenen Bohrung der Fußplatte frei spielte. Dies wurde dadurch ermittelt, daß eine Papierhülse zwischen Rundeisen und Lochwandungen leicht hindurch gesteckt werden konnte.

Etwaige Reibungsmomente wurden durch leichtes Klopfen an der Stange G nach Möglichkeit ausgeschlossen.

Die Belastung g bestand in Schrot, dessen Gewicht sorgfältig ermittelt wurde.

Die Tab. 7 enthält das Uebersetzungsverhältniß zwischen den beiden Lasten für eine Reihe von Belastungsstufen. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß dieses Verhältniß für niedere und hohe Belastung der Maschine annähernd dasselbe ist.

Tabelle 7. Uebersetzungsverhältniß des Hebelapparates.

G kg	g kg	Uebersetzungsverhältniß $n' = \frac{G}{g}$
0	0	
24,839	0,498	49,88
44,839	0,898	49,93
64,839	1,2975	49,97
84,839	1,6978	49,97
104,839	2,1008	49,90
124,839	2,4988	49,96
144,839	2,8999	49,95
170,349	3,4122	49,92
210,349	4,2141	49,92
250,349	5,0129	49,94
290,349	5,8200	49,89
300,349	6,020	49,89
340,349	6,817	49,93
437,509	8,755	49,97
500,000	10,015	49,93
	Mittel:	49,93

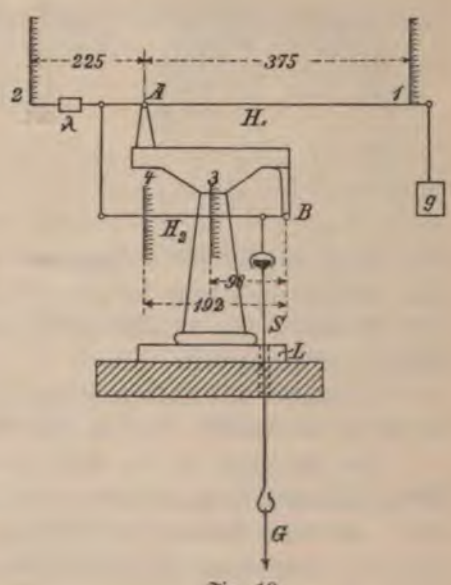


Fig. 19.

Der mittlere Fehler beträgt also nur 0,14%.

Während des Versuches wurden die Durchbiegungen des Hebels H_1 zwischen 0 und 0,6 mm, und die des Hebels H_2 zwischen 0 und 0,7 mm schwankend beobachtet.

Besondere Versuche über den Verlauf der Schwingungen der Hebel ergaben eine sehr langsam und gleichmäßig fortschreitende Abnahme der Schwingungshöhen.

Die Maschine genügte somit den an sie in Bezug auf Zuverlässigkeit zu stellenden Anforderungen, da der Fehler im Mittel nur 0,14% beträgt, während der mittlere Fehler der Zugversuche nach Tab. 5 sich auf etwa 6% stellt. —

Ueber den Schrotzulaufapparat, der auch in der Versuchsanstalt für die langsame Steigerung der Belastung beim Zugversuch benutzt wird, ist zu erwähnen, daß er einen plötzlichen Abschluß des Schrotes gestatten muß. Es dürfen sich keine Schrotkörner zwischen das Fallthürchen klemmen können, was namentlich leicht eintritt, wenn die Schrotkörner von ungleicher Größe und unrund sind.

In der Versuchsanstalt wird sehr gleichmäßiges Schrot mit 3,1 mm Durchmesser verwendet, aus welchem alle unrunden oder beschädigten Körner entfernt werden.

Das Abwägen des Schrotes geschieht nicht mehr wie früher auf der Federwage, sondern auf einer Hebelwage, welche zuverlässigere Ergebnisse liefert. Im Uebrigen wird dahin gestrebt, einen Apparat zu konstruiren, der das besondere Abwägen der Last überflüssig macht.

Kontrole der 30 t-Presse.

Zur Ausführung der Druckversuche an Cementmörteln wird, wie bereits erwähnt, zumeist die Amsler-Laffonsche Presse benutzt. Diese Presse ist vor Inbetriebsetzung eingehend auf ihre Zuverlässigkeit geprüft worden, und zwar zunächst mit Hülfe des von der Firma Amsler-Laffon gelieferten Kontrolhebels, mit welchem indessen keine befriedigende Uebereinstimmung in den Versuchsreihen zu erreichen war. Deshalb wurde die Prüfung mit Hülfe direkter Belastung vorgenommen.

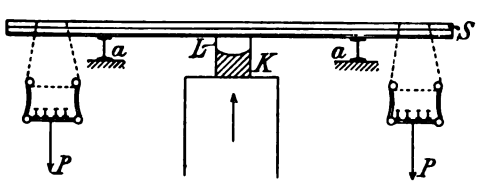


Fig. 20.

Zu diesem Zwecke wurde die Maschine auf ein Ziegelfundament nach der Wasserwage aufgestellt. Die Gewichtsbelastung erfolgte in der Weise, daß ein Schiene S (Fig. 20) von 3,5 m Länge auf das Kugellager L des Kolbens K der Maschine aufgelegt wurde. Die Belastung bestand aus Schienenstücken, die vor dem Versuch gewogen waren.

Zwei fest gelagerte Schienen a a unter der Schiene S dienten dazu, die Schiene S beim Entlasten abzufangen und ihre Verschiebung nach Möglichkeit auszuschließen.

In Tab. 8 sind die Endergebnisse aus einer Versuchsreihe, von denen mehrere ausgeführt wurden, zusammengestellt.

Es wurden drei Belastungsstufen gewählt und für jede Stufe in den Zeilen a_2, b_2, c_2 die für je 1 t wirkliche Last an der Skala der Maschine abgelesene Belastung umgerechnet.

Die Ablesungen an der Skala wurden von zwei Beobachtern mit Hülfe eines Spiegels an der Unterkante des Schwimmers vorgenommen, und zwar

1. beim Anheben der Belastung, ohne daß der mittlere Kolben durch das hierfür angebrachte Hebelsystem bewegt wurde;
2. während des Zustandes völlig ruhenden Kolbens;

3. während die Kurbel ruhte, die Last also nicht anstieg, aber das Rüttelwerk von Hand bewegt wurde;
4. während die Kurbel vor, dann zurück gedreht wurde, ohne daß der mittlere Kolben mit bewegt wurde;
5. beim Anheben der Belastung, während gleichzeitig der mittlere Kolben bewegt wurde.

Der letzte Fall entspricht der Anwendung bei Ausführung von Belastungsversuchen.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß für das Belastungsintervall von 0—2,797 t der Fehler der Maschine etwa 1 % beträgt.

Weitere Versuchsreihen lieferten dasselbe Ergebniß, welches auch mit den an anderer Stelle gemachten Beobachtungen übereinstimmt.

Tabelle 8. **Zusammenstellung der Endergebnisse einer Versuchsreihe zur Prüfung der 30 t-Presse.**

Belastung t	Tons-Skalentheile (auf den mittleren abgelesenen 0-Punkt bezogen)					Bemerkungen	
	Beim Anheben der Belstg. ohne Rüttelwerk abgelesen	Kurbel und Rüttelwerk in Ruhe	Kurbel in Ruhe, Rüttelwerk von Hand bewegt	Kurbel ohne Rüttelwerk vor, dann zurückgedreht	Beim Anheben der Belstg. mit Rüttelwerk abgelesen		
0—1,062	1,045 [1])	1,045	1,067	1,054	1,070	a_1	[1]) Die klein gedruckten Dezimalstellen können an der Skala nur durch Schätzung abgelesen werden.
1 t	0,984	0,984	1,005	0,992	1,008	a_2	
0—2,051	2,038	2,037	2,061	2,052	2,075	b_1	
1 t	0,994	0,993	1,005	1,0005	1,012	b_2	
0—2,797	2,792	2,793	2,814	2,809	2,835	c_1	
1 t	0,991	0,991	1,006	1,004	1,014	c_2	
1 t	0,990	0,989	1,005	0,999	1,011	Hauptmittel aus a_2, b_2, c_2	Für d. Belastungsintervall von 0—2,797 t.

Auf Anregung des Herrn Regierungsbaumeister Kratz in Westerland sind auf drei Amsler-Laffonschen Pressen gleicher Art gleichzeitig in Westerland, in Amöneburg und in Charlottenburg eine Anzahl von vergleichenden Versuchen angestellt worden, welche bezweckten, den Grad der Uebereinstimmung der auf den drei Pressen gefundenen Versuchsergebnisse festzustellen.

Dazu wurden in Westerland eine Anzahl Probewürfel hergestellt, von denen der dritte Theil am Orte selbst zur Prüfung verblieb, während die anderen beiden Drittel in feuchtem Sägemehl verpackt nach Amöneburg und Charlottenburg übersendet wurden. Am 30. Januar 1896 wurden die Würfel an allen drei Orten gleichzeitig geprüft. Die Ergebnisse sind in Tab. 9 unter A zusammengefaßt.

Weil zu befürchten stand, daß die mehrtägige Verpackung der verschickten Würfel nicht ohne Einfluß auf deren Festigkeit bleiben würde, ist der Versuch wiederholt worden, wobei die in Westerland verbleibenden Probestücke in gleicher Weise wie die zum Versandt kommenden verpackt wurden. Erst am Tage der Prüfung, am 13. Februar 1896 wurden die Würfel

aus dem feuchten Sägemehl genommen, abgespült und zerdrückt. Die Ergebnisse sind in der Tab. 9 unter B zusammengefaßt.

Tabelle 9. **Vergleichende Versuche mit drei Amsler-Laffonschen Pressen.**

Versuchsreihe	Druckfestigkeit von Mörtelwürfeln gleicher Zusammensetzung und gleichen Alters		
	Amöneburg kg/qcm	Westerland kg/qcm	Charlottenburg kg/qcm
A 30. I. 96	336	296	338
	299	277	313
	327	350	311
	306	377	335
	338	335	321
	362	342	287
		350	
		240	
		338	
Mittel	**328**	**323**	**318**
B 15. II. 96	263	264	262
	270	259	260
	269	270	262
	255	283	285
	269	282	272
	260	279	282
Mittel	**264**	**273**	**271**

Die Uebereinstimmung dieser Ergebnisse ist um so bemerkenswerther, als mit Bezug auf die Reihe A Herr Regierungsbaumeister Kratz angiebt, daß die Würfel nicht sehr sorgfältig gearbeitet waren und auf den Druckflächen stellenweise Unebenheiten zeigten, und als anzunehmen war, daß die Erschütterungen, denen die Würfel auf dem Transport ausgesetzt werden mußten, die Festigkeit verringern würden.

Wenn somit die Amsler-Laffonsche Presse einen völlig ausreichend zuverlässigen Prüfungsapparat darzustellen scheint, so ist doch nicht außer Acht zu lassen, daß sie eine ziemlich komplizirte Maschine ist, deren Bedienung immerhin erhebliche Aufmerksamkeit erfordert. Es ist z. B. erforderlich, vor Beginn jeder Versuchsreihe eine Probebelastung, am besten mit einem Eisenwürfel, vorzunehmen, um sich zu überzeugen, ob nicht in Folge Oelaustrittes die Druckflüssigkeit sich zu sehr vermindert hat. Der Eisenwürfel wird in die Presse eingespannt und bis auf annähernd 30000 kg belastet. Läßt sich die Last nicht bis zu dieser Höhe steigern, d. h. bleibt die Quecksilbersäule unterhalb des Skalenendpunktes stehen, so muß Oel unter den Kolben nachgepumpt werden. Beim Unterlassen dieser Vorsichtsmaßregel können leicht Irrthümer entstehen, wenn die Quecksilbersäule nur bis zu einer Höhe ansteigt, welche der vermutheten Druckfestigkeit der zu prüfenden Körper annähernd entspricht.

c. Normalsand.

Um zu übereinstimmenden Ergebnissen zu gelangen, muß überall Sand von gleicher Korngröße und gleicher Beschaffenheit benutzt werden. Dieser Normalsand wird dadurch gewonnen, daß man möglichst reinen Quarzsand wäscht, trocknet, durch ein Sieb von 60 Maschen pro qcm siebt, dadurch die gröbsten Theile

ausscheidet und aus dem so erhaltenen Sand mittelst eines Siebes von 120 Maschen pro qcm noch die feinsten Theile entfernt. Die Drahtstärke der Siebe soll 0,38 mm bezw. 0,32 mm betragen.

Mit Bezug auf die Sandsiebe gilt dasselbe, was schon oben über das 900 Maschensieb gesagt wurde. Die Ausmessungen von zwei untersuchten 120 Maschensieben und einem 60 Maschensieb ergaben die folgenden Zahlen:

	Zahl der Maschen	Maschenweite mm	Drahtstärke mm
	120 Maschensieb		
1	129	0,60	0,30
2	121	0,654	0,255
Nach Vorschrift der Normen	**120**	**0,589**	**0,32**
	60 Maschensieb		
1	52,5	0,88	0,458
Nach Vorschrift der Normen	**60**	**0,87**	**0,38**

Welche außerordentliche Verschiedenheit der Siebergebnisse durch Abweichungen, wie sie die 120 Maschensiebe unter 1 und 2 zeigen, entsteht, beweisen die Ergebnisse von Siebversuchen, die mit einem aus dem Handel bezogenen Normalsand angestellt wurden. Im Mittel aus je drei Versuchen passirten das Sieb von 129 Maschen (Nr. 1) 4,6 % des Normalsandes und das Sieb von 121 Maschen (Nr. 2) 35,4 % des Normalsandes. Hieraus ist ersichtlich, daß der richtigen Auswahl der Siebe für die Kontrole des Normalsandes ein größeres Gewicht beigelegt werden muß als bisher.

Es sind deshalb, wie bereits erwähnt, in der Versuchsanstalt umfassende Versuche mit den Siebgeweben verschiedener Fabrikanten ausgeführt worden, deren Ergebnisse s. Z. besonders veröffentlicht werden.

Ergeben schon neue, anscheinend tadellose, als 60- bezw. 120 Maschensiebe aus dem Handel bezogene Siebe so große Unterschiede, wie sie oben dargelegt wurden, so werden diese Unterschiede naturgemäß noch größer, wenn die Siebe nicht gleichmäßig gewebt sind, sich abzunutzen beginnen oder in Folge des Gebrauchs Verschiebungen einzelner Fäden aufweisen. Welche Ungleichmäßigkeiten in den Maschenweiten ganz neuer Siebe vorkommen können, das zeigt die Abbildung Fig. 21 (S. 184), die zehnfache photographische Vergrößerung eines neuen 120 Maschensiebes. Die Ungleichheiten werden größer mit der größeren Feinheit der Siebe (vergl. Fig. 22 und 23, S. 184 und 185).

Im Allgemeinen wird in der Industrie an die verwendeten Siebe nicht die Anforderung gestellt, daß die Drahtstärke von Kette und Schuß gleich ist. Aus Fabrikationsgründen wird deshalb meist die Kette feiner, der Schuß gröber gewählt. Dadurch und in Folge des Umstandes, daß die Drähte verschieden weich sind und ein größeres oder geringeres Recken der Kette unvermeidlich ist, werden die Maschen rechteckig, während sie quadratisch sein sollten. Auf diese und andere, später näher zu erörternde Umstände wäre bei neuen Vorschriften für die Siebe Rücksicht zu nehmen.

Verschiebungen neuer Gewebe kommen vielfach beim Einspannen des Gewebes in runde Rahmen vor. (Vergl. Fig. 24, S. 185.) Aus diesem Grunde sind in der Versuchsanstalt die früher üblichen Siebe mit runden Rahmen verworfen und dafür hölzerne quadratische Rahmen eingeführt worden, in welche sich die Gewebe gleichmäßiger einspannen und welche sich leichter kontroliren lassen.

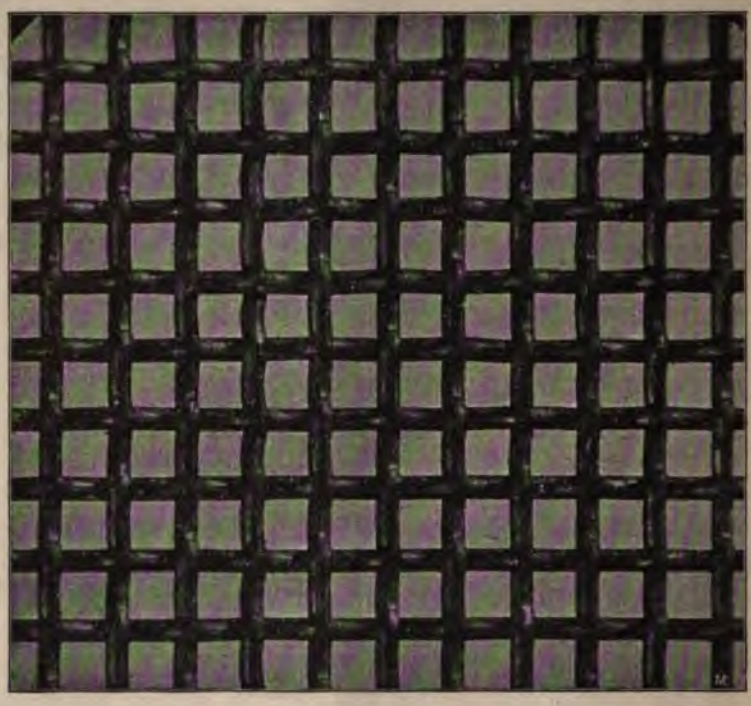


Fig. 21.

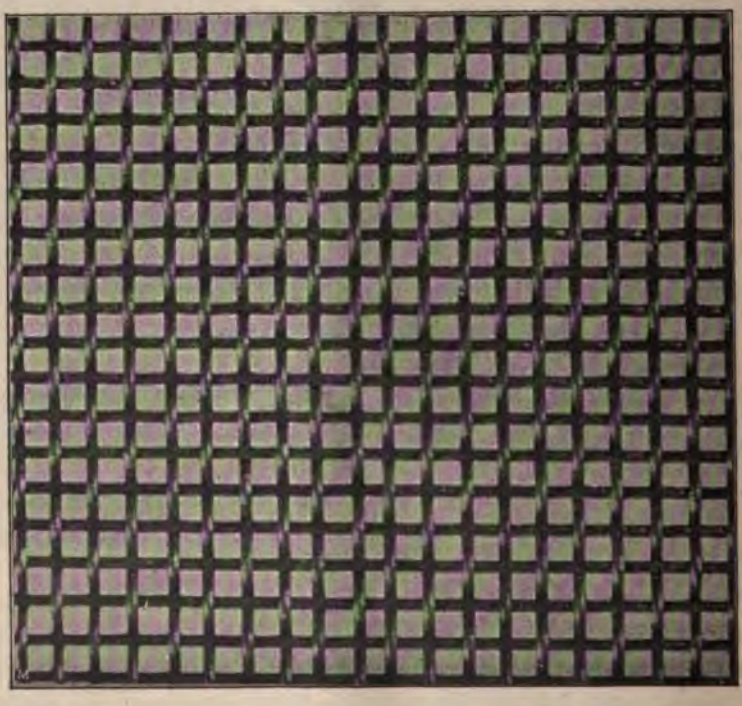


Fig. 22.

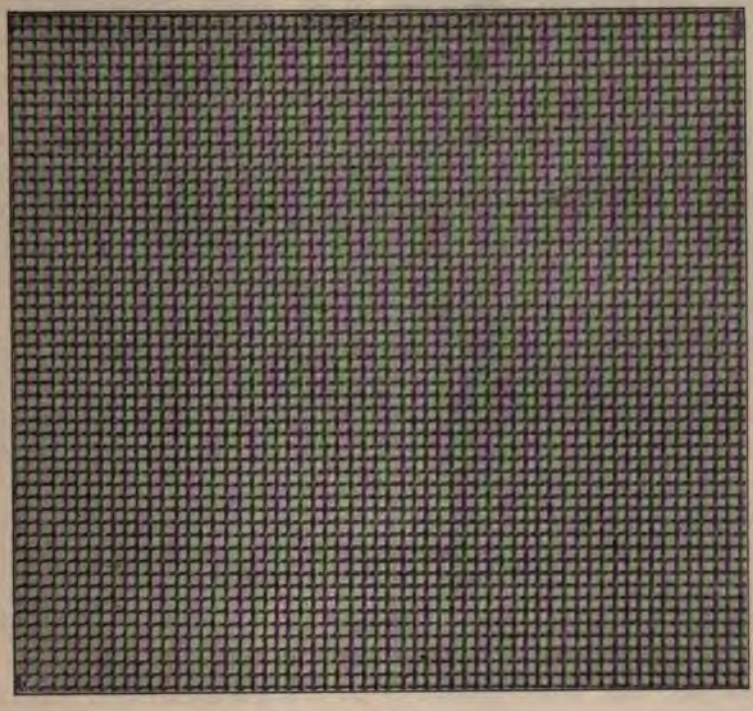


Fig. 23.

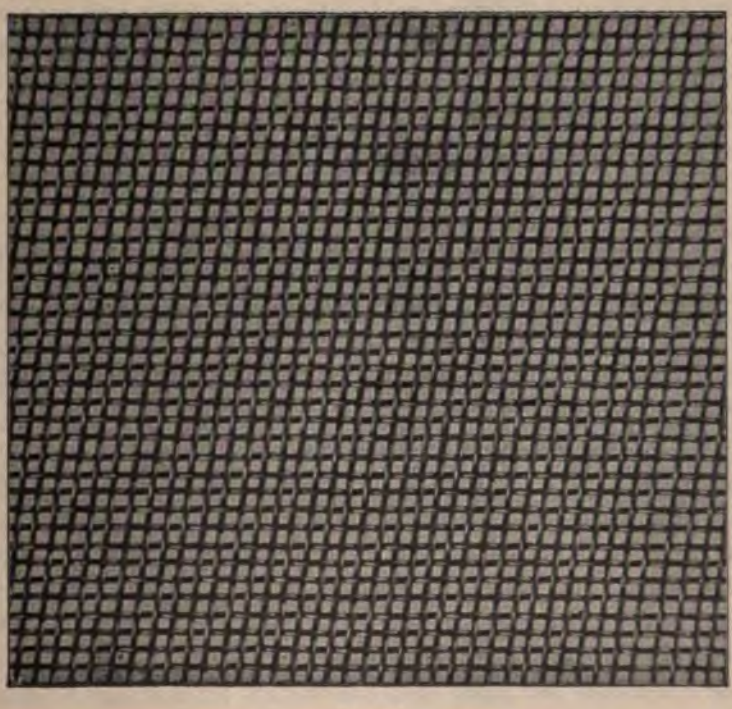


Fig. 24.

Da nicht alle Quarzsande bei der gleichen Behandlungsweise die gleiche Festigkeit ergeben, so hat man sich zu überzeugen, ob der zur Verfügung stehende Normalsand mit dem unter der Prüfung des Vorstandes des deutschen Cementfabrikantenvereins gelieferten Normalsande übereinstimmende Festigkeits-Ergebnisse giebt.

Hierbei ist vorausgesetzt, daß der von dem Vorstande des Vereins deutscher Portlandcement-Fabrikanten hergestellte Normalsand zu jeder Zeit in gleichmäßiger Beschaffenheit geliefert wird und auch auf absehbare Zeit hinaus noch dieselben Eigenschaften behält, die er früher hatte. Da hierüber in neuerer Zeit Zweifel geäußert wurden, hat der Verein deutscher Portlandcement-Fabrikanten eine besondere Kommission eingesetzt, welche unter Hinzuziehung der Versuchsanstalt die Sandgruben in Freienwalde, aus denen der rohe Normalsand gewonnen wird, einer Besichtigung unterzogen und vergleichende Prüfungen mit verschiedenen Proben älteren und neueren Ursprungs angestellt hat. Das Ergebniß dieser Besichtigung und der daran angeschlossenen Versuchsreihen habe ich in Heft 2, Jahrg. 1896 der „Mittheilungen aus den Kgl. technischen Versuchsanstalten" veröffentlicht.

Inzwischen hat eine zweite Besichtigung der Gruben stattgefunden und sind die einleitenden Schritte gethan, um in Zukunft eine völlig gleichmäßige Lieferung richtigen Normalsandes gewährleisten zu können.

Derartige Maßregeln sind dringend erforderlich, denn es ist neuerdings eine starke Beunruhigung in Fabrikantenkreisen durch die Thatsache entstanden, daß der aus dem Handel bezogene Normalsand nicht immer gleichmäßig die richtigen Korngrößen, sondern vielfach zu viel des Siebfeinsten, welches das richtige 120 Maschensieb noch passirt, enthalten hat und daß Beeinträchtigungen in der Festigkeit die Folge waren.

Dieser auf die Art der Fabrikation zurückzuführende Uebelstand muß bei der Neuregelung der Sandfrage gebührende Berücksichtigung finden. Es steht zu hoffen, daß noch vor Schluß des Jahres 1896 die Angelegenheit zu einem befriedigenden Abschluß gebracht werden wird.

5. Anfertigung der Cementsandproben.

Zugproben.

a) Handarbeit:

Man legt auf eine zur Anfertigung der Proben dienende Metall- oder starke Glasplatte fünf mit Wasser getränkte Blättchen Fließpapier und setzt auf diese fünf mit Wasser angenetzte Formen. Man wägt 250 g Cement und 750 g trockenen Normalsand ab und mischt Beides in einer Schüssel gut durcheinander. Hierauf bringt man 100 ccm = 100 g reines süßes Wasser hinzu und arbeitet die ganze Masse 5 Minuten lang tüchtig durch.

Als Unterlage für die Formen wird in der Versuchsanstalt eine behobelte Gußeisenplatte von etwa 30 . 20 . 6 cm benutzt, die auf einem festen Tisch mit dicker Marmorplatte liegt und auf welche die in die Formplatten des Hammerapparates eingespannten Formen (vergl. Fig. 25) ohne Einlage von Fließpapier gesetzt werden. Die Verwendung von Fließpapier für diesen Zweck hat sich nicht nur als überflüssig, sondern sogar als schädlich erwiesen, weil es die Gleichmäßigkeit der Proben beeinträchtigt.

Auch beim Einschlagen von Hand spielt das Gewicht der Unterlage sicher dieselbe Rolle, wie bei maschineller Arbeit. Glasplatten eignen sich deshalb schlecht als Unterlagsplatten,

weil sie schwer in ausreichend großem Gewicht zu beschaffen sind, um fest zu liegen, und sich auch schlecht befestigen lassen. Außerdem rutschen die Formen auf der glatten Glasplatte und erschweren so ein gleichmäßiges Einschlagen.

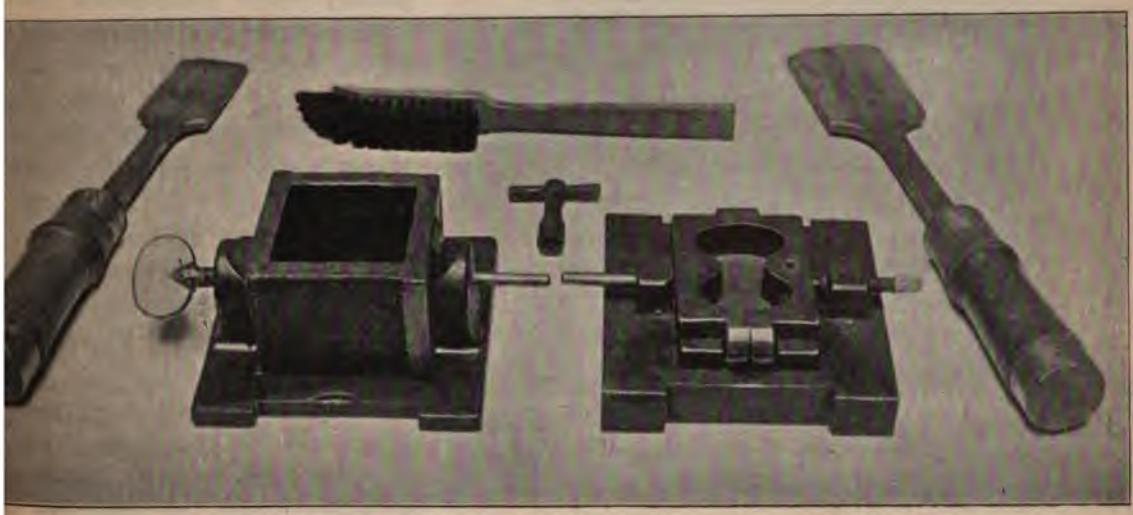


Fig. 25.

Das Abwiegen der trockenen Substanzen geschieht auf einer Tafelwage mit 10 kg Tragfähigkeit und zwar so, daß sowohl Cement als Sand für sich gewogen und dann in eine große Schüssel geschüttet werden, welche in Fig. 26 dargestellt ist. Die Mischung der trockenen Substanzen erfolgt zunächst in dieser Schüssel mit Hülfe des mitabgebildeten hölzernen Spatels. Die trockene Masse wird dann auf die polirte Marmorplatte des Tisches geschüttet, kegelförmig angehäuft, an der Spitze mit einer Vertiefung versehen, und nun wird von oben her das erforderliche vorher abgewogene Leitungswasser von 17—18 C° auf ein Mal zugegeben. In den meisten Fällen sind 10 % Wasserzusatz, welchen die Normen fordern, zu viel. Bei Anwendung einer solchen Wassermenge tritt schon nach den ersten Schlägen des Hammers zwischen Form und Aufsatzkasten und zwischen Form und Formplatte Wasser und Cementbrei aus. Diese Abscheidung eines dünnen Cementbreies steigert sich bis zur Vollendung der Rammarbeit. Die Körper werden dadurch in ihrer Festigkeit erheblich geschädigt. Es wird deshalb die von dem Cement gebrauchte Wassermenge bei jedem einzelnen Mörtel versuchsweise ermittelt, wobei die weiter unten in dem Abschnitt: „Anfertigung der Proben aus reinem Cement" aufgeführte Formel zu Grunde gelegt wird, es sei denn, daß der Prüfungsantrag die

Fig. 26.

Verwendung einer bestimmten Wassermenge vorschreibt. Die Mischung der trockenen Masse mit dem Wasser geschieht auf der Tischplatte mit Hülfe einer kleinen Mauerkelle (Fig. 27), indem die Masse mit der flachen Kante der Kelle mehrfach durchschnitten, aufgehäuft, wieder durchschnitten und auseinandergedrückt, nochmals aufgehäuft und in dieser Weise fünf Minuten lang vermischt wird, bis ein vollständig gleichmäßig befeuchteter Mörtel entsteht, der sich in der Hand leicht ballen läßt. Ob das Mischverfahren mit der Mauerkelle, oder das an vielen Orten geübte Mischen mit einem eisernen Löffel oder einem Pistill in der Schüssel vorzuziehen ist, und inwieweit die Zeitdauer des Mischens von sehr erheblichem Einfluß auf die Festigkeitsergebnisse ist, wird durch besondere Versuche entschieden werden, die gegenwärtig im Gange sind. —

Fig. 27.

Mit dem so erhaltenen Mörtel werden die Formen unter Eindrücken auf einmal so hoch angefüllt, daß sie stark gewölbt voll werden. Man schlägt nun mittels eines eisernen Spatels von 5 auf 8 cm Fläche, 35 cm Länge und im Gewichte von ca. 250 g den überstehenden Mörtel Anfangs schwach und von der Seite her, dann immer stärker so lange in die Formen ein, bis derselbe elastisch wird und an seiner Oberfläche sich Wasser zeigt.

Im langjährigen Gebrauche hat sich herausgestellt, daß zur gleichmäßigen Herstellung der Probekörper die Verwendung schwererer Spatel als in den Normen vorgeschrieben, zweckmäßiger ist, und es sind deshalb in der Versuchsanstalt Spatel von 5 . 9 cm Fläche, 37 cm Länge und im Gewichte von 750 g für Zugproben in Benutzung; für Druckproben werden Spatel von 7 . 10 cm Fläche, 40 cm Länge und im Gewichte von etwa 1050 g gebraucht. Beide Spatel sind nebst den für die Handarbeit benutzten Formen in Fig. 25 abgebildet, die auch eine zum Reinigen der Formen benutzte Bürste und den Schlüssel zum Einspannen der Formen zeigt.

Die Spatel haben am Griffende einen starken Metallring, der die Verwendung des Spatelgriffes zum erstmaligen Feststampfen der lose eingeschütteten Mörtelmasse ermöglicht.

Man streicht nun das die Form Ueberragende mit einem Messer ab und glättet mit demselben die Oberfläche. Man löst die Form vorsichtig ab und setzt die Probekörper in einen mit Zink ausgeschlagenen Kasten, der mit einem Deckel zu bedecken ist, um ungleichmäßiges Austrocknen der Proben bei verschiedenen Wärmegraden zu verhindern.

24 Stunden nach der Anfertigung werden die Probekörper unter Wasser gebracht und man hat nur darauf zu achten, daß dieselben während der ganzen Erhärtungsdauer vom Wasser bedeckt bleiben.

Das zum Glätten der Proben benutzte Messer ist in Fig. 1 dargestellt und auch bereits hrieben worden. Der Hergang beim Abstreichen und Glätten der Probekörper ist nach- end in dem Abschnitte: „Druckproben" geschildert.

Jede Probe wird durch einen eingedrückten Buchstaben oder eine Ziffer gezeichnet, und Bezeichnung wird in das Protokoll mit aufgenommen.

Jede Versuchsreihe erhält einen Buchstaben oder eine Zahl für sich, oder, wenn sie in rere Gruppen zerfällt, einen Buchstaben, während jede Gruppe neben dem Buchstaben einer Ziffer gezeichnet wird. —

Nach dem Wortlaute der Normen könnte angenommen werden, daß man die Form von frisch angefertigten Körper loslöst und letzteren für sich in der Hand zu dem Erhärtungs- en transportirt. Hierdurch würde leicht eine Verletzung des Körpers eintreten können. In Versuchsanstalt wird deshalb die Entformung so gehandhabt, daß der Körper mit der m von der Grundplatte abgezogen und auf einer Glasplatte mit nassem Fließpapier in en flachen Zinkkasten abgesetzt wird. Dann wird die Form von dem Zugprobekörper vor- tig gelöst und der Kasten mit einem Deckel, der innen nassen Filz trägt, geschlossen.

Nach 24 Stunden kommen die Proben in flache Zinkkästen unter Wasser.

Die Anwendung von Michaelis' Entformer zum Herausnehmen der Proben aus der gform ist als zu umständlich und zeitraubend aufgegeben worden; sie ist bei einiger Hand- hicklichkeit des Probenmachers überflüssig.

b) Maschinenmäßige Anfertigung. Die maschinenmäßige Anfertigung der Zug- Druckproben geschieht gleichzeitig auf zwei, drei oder fünf Hammerapparaten, die für die sführung von je 150 Schlägen $2^1/_2$ bis 3 Minuten Zeit brauchen.

Ueber die maschinenmäßige Anfertigung der Zugproben ist nichts von der Vorschrift Normen Abweichendes zu erwähnen. Die benutzten Apparate sind weiter vorn bereits chrieben worden.

Bei genauer Einhaltung der angegebenen Vorschriften geben Handarbeit und maschinenmäßige Anfertigung gut übereinstimmende Ergebnisse. In streitigen Fällen ist jedoch die maschinenmäßige Anfertigung die maßgebende.

Hierbei ist unerwähnt geblieben, daß sehr schnell bindende Cemente auch in der ischung 1 : 3 nicht mit der Maschine eingeschlagen werden können, und daß man in diesen llen auf die Handarbeit zurückgreifen muß.

Druckproben.

Um bei Druckproben an verschiedenen Versuchsstellen zu übereinstimmenden Ergebnissen zu gelangen, ist maschinenmäßige Anfertigung erforderlich.

Auch dieser Satz ist nicht ohne weiteres zutreffend. Einerseits hat sich durch zahlreiche, der Anstalt ausgeführte Vergleichsversuche herausgestellt, daß durch geübte Leute auch mit ndarbeit sehr gut in ihren Ergebnissen übereinstimmende Probekörper hergestellt werden nen, die den maschinell angefertigten Druckkörpern gleich kommen; andererseits ist erwiesen, ß trotz maschineller Anfertigung der Proben an verschiedenen Versuchsstellen dennoch große weichungen in den Mittelwerthen vorkommen können, deren Ursachen festzustellen die Auf- be besonderer, bereits in die Wege geleiteter Versuche sein muß.

Für schnelle Cemente gilt das oben für die Zugproben Gesagte.

Man wiegt 400 g Cement und 1200 g trockenen Normalsand ab, mischt beides in einer Schüssel gut durch einander, bringt 160 ccm = 160 g Wasser

hinzu und arbeitet den Mörtel fünf Minuten lang tüchtig durch. Von diesem Mörtel füllt man 860 g in die mit Füllkasten versehene und auf die Unterlagsplatte aufgeschraubte Würfelform . . . . . .

Nach Entfernung des Füllkastens und des Kernes wird der Probekörper abgestrichen und geglättet, mit der Form von der Unterlagsplatte abgezogen und im übrigen behandelt wie oben.

Da in der Versuchsanstalt zumeist drei, vielfach aber auch fünf Würfel gleichzeitig eingeschlagen werden, so müssen für die Trockenmischung 1 kg Cement und 3 kg Sand benutzt werden, welche eine für fünf Würfel ausreichende Mörtelmenge ergeben. Mit Bezug auf den Wasserzusatz gilt das schon oben für die Zugproben Gesagte. 10 % Wasser sind in den meisten Fällen zu viel. Es bildet sich dann an der Formplatte eine zu starke Wasserabsonderung, welche dem Körper an seiner Unterseite einen Theil des feinsten Cementschlammes entzieht und ihn dadurch beeinträchtigt. Das Mischen des Mörtels mit dem Wasser geschieht wieder auf der Marmorplatte unter Benutzung der größeren in Fig. 27 abgebildeten Mauerkelle.

An Stelle von 860 g Mörtel werden für einen Würfel zumeist nur 820 g (für eine Zugprobe 180 g) abgewogen, um nicht zu viel Mörtelmasse abstreichen und wegwerfen zu müssen. Bei den meisten Portland-Cementen füllen bereits 800 g Masse die Form bis zum Rande.

Zum Abwägen der Mörtelmasse dient eine besondere kleine Federwage mit 1 kg Tragfähigkeit, welche bis zu 5 g genaues Wägen gestattet.

Das Abstreichen der Probekörper geschieht in der Weise, daß mit dem (in Fig. 1 abgebildeten) Messer zunächst die überstehende Mörtelmasse vorsichtig abgeschnitten wird, doch so, daß noch ein Theil des Mörtels über die Form übersteht. Nun wird das Messer flach auf die Form gelegt und unter sanftem Druck und beständigem Hin- und Herziehen rückwärts bewegt. Der Messerrücken verdrängt hierbei langsam den überstehenden Mörtel und die Klinge glättet die Oberfläche des Würfels.

Die abgestrichenen und geglätteten Körper werden, wie oben bei den Zugproben bereits geschildert, gezeichnet und mit der Form in flache, mit nassem Fließpapier ausgelegte und durch Deckel verschließbare Zinkkästen gestellt, in denen sie erst nach 24 Stunden von der Form befreit werden, um sogleich in andere Zinkkästen unter Wasser zu kommen.

Der Transport der Körper nach dem Erhärtungsraum und von da zu den Prüfungsapparaten erfolgt in den Zinkkästen auf einer Tragbahre, um Erschütterungen möglichst zu vermeiden.

Anfertigung der Proben aus reinem Cement.

Man ölt die Formen auf der Innenseite etwas ein und setzt dieselben auf eine Metall- oder Glasplatte (ohne Fließpapier unterzulegen). Man wiegt nun 1000 g Cement ab, bringt 200 g = 200 ccm Wasser hinzu und arbeitet die Masse (am besten mit einem Pistill) fünf Minuten lang durch. . . . . .

Da beim Einschlagen des reinen Cementes Probekörper von gleicher Festigkeit erzielt werden sollen, so ist bei sehr feinem oder raschbindendem Cement der Wasserzusatz entsprechend zu erhöhen.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die in den Normen vorgeschriebene Wassermenge in den meisten Fällen wie für die Sandproben, so auch für die Reinproben zu hoch ist, so daß mit diesem Wasserzusatz der gewünschte geringe Feuchtigkeitsgrad des eingeschlagenen Mörtels

nicht erreicht wird. Es hat sich daher als nothwendig herausgestellt, für jeden einzelnen Cement vor dem Einschlagen die erforderliche Wassermenge durch Vorversuche zu bestimmen. Als Anhalt für diese Wasserbestimmung dienen dabei die folgenden Formeln:

Für syrupartige Beschaffenheit (vergl. den Abschnitt „Bindezeit") gebrauche der Cement n % Wasser.

Dann ist für langsam bindende Cemente das zum Einschlagen erforderliche Wasser

$$\text{für die Reinproben } w_r = \frac{n+1}{2},$$

$$\text{für die } 1+3 \text{ Mörtel } w_m = \frac{n+3}{4};$$

bei schnellbindenden Cementen ist der Wasserzusatz

$$\text{für die Reinproben } w^1_r = \frac{n+2}{2},$$

$$\text{für die } 1+3 \text{ Mörtel } w^1_m = \frac{n+6}{4}.$$

Für normale Portland-Cemente wird man mit Hülfe dieser Formeln in den meisten Fällen den richtigen Wasserzusatz finden. Er pflegt für reinen Cement zwischen 16 und 19 % zu schwanken und wird durch probeweises Einschlagen einiger Körper kontrolirt. Wenn der Wasserzusatz richtig ist, dann müssen während des Einschlagens die Oberflächen der Körper Wasser abscheiden und der Cementmörtel muß völlig plastisch sein.

Das in den Normen zum Durchrühren des Cementes empfohlene Pistill wird in der Versuchsanstalt nicht benutzt, da sich herausgestellt hat, daß auch die Mischung des reinen Cementes mit Wasser sich sehr gut auf der Tischplatte mit der Mauerkelle ausführen läßt, wie dies bereits oben bei der Besprechung der Sandproben beschrieben wurde. Doch werden auch über die zweckmäßigste Anmachemethode des reinen Cementes besondere Versuche Aufschluß geben, die in der Ausführung begriffen sind.

In der Versuchsanstalt werden, wie bereits erwähnt, für Handarbeit dieselben Formen benutzt, welche auch zur maschinellen Anfertigung der Proben dienen. Diese Formen werden auf den Formplatten festgeschraubt, wie aus Fig. 25 ersichtlich ist.

Die Probekörper werden in der ebenfalls schon beschriebenen Weise gezeichnet, in Zinkkästen abgesetzt, und die Zugprobekörper sogleich, die Druckprobekörper erst nach 24 Stunden von der Form befreit. Nach 24 Stunden kommen alle Körper unter Wasser, welches nach zwei Wochen erneuert wird. —

Damit wäre die Reihe der durch die Normen vorgeschriebenen Prüfungsverfahren von Portland-Cementen erschöpft, und es erübrigt nur noch, in einigen Worten derjenigen Prüfungsverfahren zu gedenken, welche außer den genannten und in den Normen erwähnten Verfahren auf Portland-Cemente angewendet werden, um sie näher zu charakterisiren.

Die Besprechung dieser Verfahren wird in einem der nächsten Hefte der „Mittheilungen" erfolgen.

Von den

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu **Berlin**

herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommiss

Jährlich 6—8 Hefte

liegen vollständig vor:

Erster bis siebenter Jahrgang. 1883 bis 1889.
Jeder Jahrgang in 4 Heften mit Tafeln und Textabbildungen.
Preis für den Jahrgang M. 10,—.

Achter bis dreizehnter Jahrgang. 1890 bis 1895.
Jeder Jahrgang in 6 Heften mit Tafeln und Textabbildungen.
Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt des **zwölften Jahrganges. 1894.** — Mit 8 Tafeln und Abbildungen im Text:

Bekanntmachungen der Königlichen Kommission zur Beaufsichtigung der technischen Versuchs
1. Aenderung der Vorschriften für Tintenprüfung. 2. Untersuchung von Schmierölen. 3. Verwal
Prüfungsstation für Baumaterialien. — Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuch
im Etatsjahre 1893/94. — **Professor Martens.** Bericht über die Ergebnisse von Vorversuchen über die F
eigenschaften von Kupfer. — **Professor Rudeloff.** Ueber den Einfluß der Versuchslänge auf die Zerreißfestigkeit v
seilen. — **Professor Rudeloff.** Untersuchungen von Pappen als Material zur Bekleidung von Baracken oder be
Gebäulichkeiten. — **Professor Rudeloff.** Vergleichende Untersuchungen mit Kohlensäure-Flaschen verschiedenen
ges. — **Herzberg.** Normalpapiere. — **Herzberg.** Wasserzeichenpapiere. — **Herzberg.** Preßspanprüfungen. —
Löschpapiere. — **Herzberg.** Die Schreibpapiere des Papier-Kleinhandels. — **Dalén.** Ueber die Bestimm
Klebkraft verschiedener Gummisorten. — **Dr. Holde.** Entscheinungs- und Parfümirungsmittel in Schmierm
und Entfettungsstoffen. — **Dr. Holde.** Zur Kenntniß des Sonnenblumenöls. — **Burchartz.** Untersuchu
Kalken und deren Mörteln, sowie von Kalkmörteln mit Traß- bezw. Cementzuschlägen. — **Burchartz.**
der Untersuchungen von künstlichen Steinen. — **Burchartz.** Ergebnisse der Untersuchungen von Scagliol-
auf Feuerbeständigkeit bezw. Feuerübertragungsfähigkeit.

Inhalt des **dreizehnten Jahrganges. 1895.** — Mit 4 Tafeln und Abbildungen im Tex

Bekanntmachungen: A. Reglement für die Königliche Kommission zur Beaufsichtigung der techni
suchsanstalten in Berlin. B. Dienstvorschriften für die Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt
Königliche chemisch-technische Versuchsanstalt in Berlin — Vorschriften für die Benutzung der Königlichen m
technischen Versuchsanstalt. — Vorschriften für die Benutzung der Königlichen chemisch-technischen Versuchsa
Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Etatsjahre 1894/95. —
Rudeloff. Untersuchungen über den Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften von Manganb
Professor Rudeloff. Untersuchungen von Verbundblechen aus Kupfer und Blei. — **Professor Rudelo**
den Einfluß der Versuchslänge auf die Festigkeit von Hanfseilen und die Nothwendigkeit, denselben bei F
einheitlicher Prüfungsverfahren zu berücksichtigen. — **Professor Rudeloff.** Versuche mit afrikanischen H
Professor Rudeloff. Untersuchungen über den Einfluß der Kälte auf die Festigkeitseigenschaften von
Stahl. — **Professor Rudeloff.** Versuche mit Metallcement. — **Burchartz.** Untersuchungen von Linole
aus der Delmenhorster Linoleumfabrik zu Delmenhorst. — **Herzberg.** Ein neuer Rohstoff für die Papie
— **Herzberg.** Kleinere Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung. a. Widerstand gegen Z
b. Verstoß gegen Lieferungsbedingungen. — **Herzberg.** Normal-Papiere. — **Herzberg.** Wasserzeichenp
Herzberg. Kleinere Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung. a. Festigkeit des Papiers. b
der Luftfeuchtigkeit auf die Festigkeitseigenschaften von Papier c. Bambuspapier. — **Herzberg.** Ausdau
der Zellstoffe. — **Herzberg.** Die Schreibpapiere des Papier-Kleinhandels. — **Herzberg.** Kleine Mit
aus der Abtheilung für Papierprüfung. a. Fabrikationsbücher. b. Gewebeprüfung. c. Papierprüfung
d. Urkundenpapier. e. Aschengehalt. f. Oxydirende Bestandtheile im Papier. — **Dalén.** Ueber Länge
des Papiers bei verschiedenen Wärme- und Feuchtigkeitsgraden. — **Dr. Holde.** Der Reinheitsgrad der
üblichen vegetabilischen und animalischen Schmieröle. — **Dr. Holde.** Zum qualitativen Nachweis um
Oele in fetten Oelen. — **Dr. Holde.** Der Harzgehalt und die Verharzungsfähigkeit der Mineralschm
Dr. Holde. Unterscheidung von Petroleumbenzin und Steinkohlenbenzin. — **Dr. Holde.** Neuere Ersa
der Schmierölprüfung. — **Dr. Holde** und **Dr. Ruhemann.** Der Chlorgehalt von Adeps Lanae N.
Dr. Holde und **Dr. Ruhemann.** Das Erstarrungsvermögen des Rüböls und anderer fetter vegetabili

Für die Redaktion verantwortlich: **A. Martens.** — Verlag von **Julius Springer** in Berl

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

des Druckversuch

Fig. 4. Feinkörnige
(mit deutlichem
Druck in gleicher Richtun

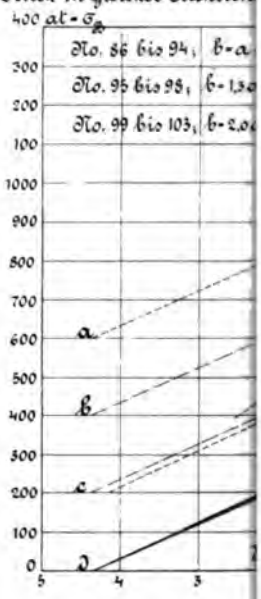
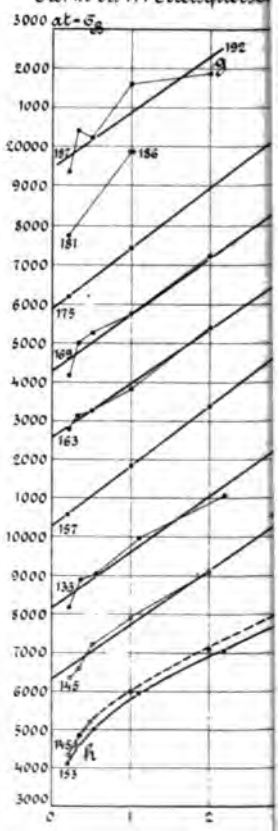


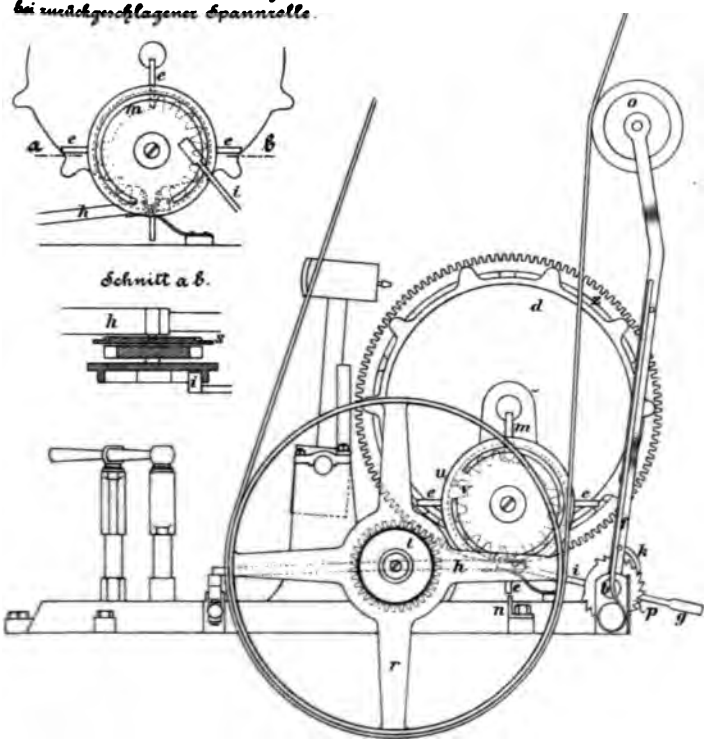
Fig. 7. Gusseisen,
Quersch
No. 133 bis 134 Kreisquersch



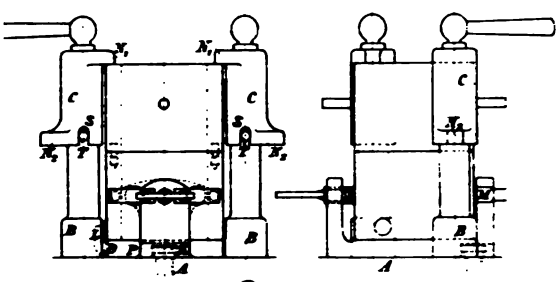
Ausrückvorrichtung des maschinell betriebenen Böhme'schen Formhammers.

1/10 nat. Größe.

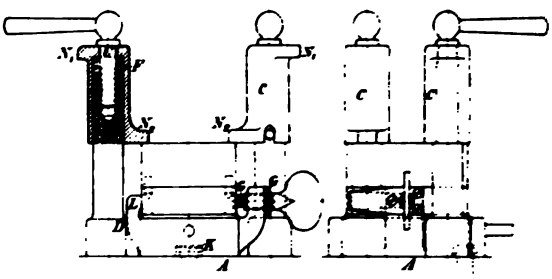
Detail der Sperrvorrichtung bei zurückgeschlagener Spannrolle.

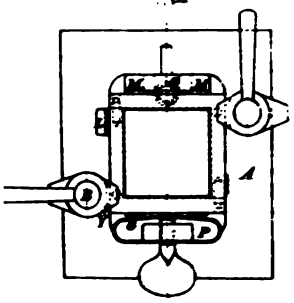


Befestigung der Druckformen im Hammerapparat.

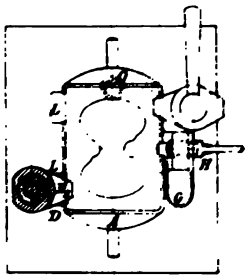


Befestigung der Zugformen im Hammerapparat.





1/5 nat. Gr.



Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XIV. Jahrgang. **1896.** Viertes Heft.

1. Traßprüfung.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

Für die Prüfung von Traß und Traßmörteln haben sich bestimmte Normen noch nicht herausgebildet.

Das in Deutschland auf wenige Gebiete beschränkte Vorkommen des Traßsteines (Tuffsteines), von dem sich größere Lager nur im Nettethale und im Brohlthale finden, hat die allgemeine Aufmerksamkeit des bauenden Publikums lange von diesem werthvollen Baumaterial fern gehalten, und erst die seit einigen Jahren in größerem Maßstabe auch im Norden und Osten Deutschlands eingebürgerte Verwendung von Traß-Kalkmörteln in großen Mengen zu Bauten unter Wasser nöthigt dazu, der Prüfung dieser Mörtel und ihrer Bestandtheile erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen.

Hierbei muß es sich zunächst darum handeln, einen Maßstab für die Beurtheilung des Trasses als Urstoff, unabhängig von seinen zur Mörtelbildung benutzten und hierzu nothwendigen Beimischungen (Kalk und Sand) zu finden.

In dieser Beziehung ist man bisher vielfach von den Angaben der Traßproducenten abhängig gewesen, da ausreichende praktische Erfahrungen in weiteren Kreisen und Ergebnisse umfangreicher Versuche fehlten. Den Versuch, eine geordnete Darstellung des Vorkommens, der Gewinnung, der Eigenschaften und der Verwendung von Traß zu geben, hat s. Z. im Auftrage der Königlichen Regierung zu Wiesbaden der Regierungs-Baumeister Wolfframm unternommen und seine Erfahrungen und Vorschläge in einer Brochüre „Mittheilungen über Tuffstein, Traß und einige andere Baumaterialien der vulkanischen Eifel“ (1885, Selbstverlag des Verfassers) niedergelegt.

Die Wolfframschen Vorschläge und eine von dem Traßfabrikanten Gerhard Herfeldt in Andernach a. Rh. im Jahre 1887 herausgegebene Brochüre „Mittheilungen über Traßmörtel“ haben in betheiligten Kreisen große Verbreitung gefunden und sind vielfach auch von Behörden den Lieferungsbedingungen für Traß zu Grunde gelegt worden.

Diese Brochüren theilen u. a. übereinstimmend mit, daß man blaue, graue und gelbe Traßsteine unterscheidet, und daß in der Regel die dunkelfarbigen die besseren sind, wenn sie gleichzeitig sehr hart sind. Je härter der Stein, je schärfer der Bruch, je dunkler die Farbe, desto besser die Qualität.

Von einigen Verwerfungen abgesehen liegen die dunkelfarbigen Traßsteine stets am tiefsten im Bruche. Nach oben zu wird die Steinmasse immer heller, ohne daß sich eine scharfe Trennung der einzelnen Lagen der Farbe nach erkennen läßt.

Ueber dem eigentlichen Traßstein lagern dann noch andere vulkanische Gesteinsmassen (wilde Gesteine, Tauch, Pfeiffen, Knuppen) und vulkanische Asche, die sich nur zu weichem Gestein verfestigt hat (Aschenknuppen) oder ganz lose dem festen Stein aufgelagert ist (wilder Traß, Bergtraß).

Diese geringwerthigen Materialien werden noch vielfach an Stelle des aus festem Traßstein gemahlenen Pulvers für sich oder gemischt mit echtem Traß in den Handel gebracht, ohne daß bisher ausreichend zuverlässige Prüfungsverfahren bekannt waren, welche eine leichte Unterscheidung der Trasse ermöglichen, wenn man von den zeitraubenden vergleichenden Festigkeitsversuchen mit verschiedenen Traß-Kalkmörteln zunächst absehen will.

Zur Untersuchung der Gleichmäßigkeit der Trasse schlägt die französische, von Staatswegen eingesetzte Kommission zur Ausarbeitung einheitlicher Prüfungsverfahren vor, die Lupe anzuwenden. Der Gehalt an Bimsstein und erdigen Materialien soll durch Aufschlämmen des Traßpulvers in Wasser bestimmt werden. Man schüttet den Traß in Wasser und schüttelt stark um; der Traß schlägt sich nieder, die erdigen Bestandtheile trüben das Wasser und der Bimsstein schwimmt oben. Ueber dieses Verfahren fehlen der Versuchsanstalt noch eigene Erfahrungen und Veröffentlichungen sind nicht bekannt.

Wie bedenklich der Mangel durchaus erprobter Prüfungsmethoden ist, mag daraus erhellen, daß von Traßproducenten selber mitgetheilt wird, verschiedene sogenannte „wilde“ Gesteinssorten, oder Tuffasche, namentlich Brohler Bergtraß, zeigten stark auftreibende Eigenschaften. Solche Beobachtungen sollen älteren Mittheilungen zufolge an der polytechnischen Schule in Delft durch Professor van der Kloes gemacht und in »Ambachtsman« 1886 Nr. 26 veröffentlicht worden sein.

Nach »Onze Bouwmaterialen« hat Professor van der Kloes ermittelt, daß der wilde Traß aus dem Brohlthal starke Treiberscheinungen zeigt. Er schließt dies u. a. aus folgenden Versuchen:

Brohler wilder Traß, mit der Hälfte seines Gewichtes an trocken gelöschtem Kalk und der nöthigen Wassermenge vermischt und gleich nach dem Anmachen von allen Seiten fest eingeschlossen, 5 Stunden unter kochendes Wasser gebracht und mit diesem abgekühlt, ergab nach 18 Stunden eine Zugfestigkeit von 9,75 kg/qcm, während echter Traß von Herfeldt in Plaid unter ganz gleichen Umständen nur 2,05 kg/qcm Zugfestigkeit erreichte.

Bei einer anderen ähnlichen Probe blieben die Probestücke erst in der Luft liegen und wurden dann 9 Stunden unter kochendes Wasser gebracht; nach Abkühlung des Wassers und 14stündiger Lagerung der Proben in demselben betrug die Zugfestigkeit bei dem wilden Traß 15,31 kg/qcm, bei dem echten Traß nur 4,16 kg/qcm.

Diese auffallende Erscheinung wird dem Treiben des wilden Trasses zugeschrieben, durch welches eine starke Verdichtung des fest eingeschlossenen Körpers entstehen und damit die Zugfestigkeit erhöht werden soll.

Uebrigens erwähnt van der Kloes schon dort, daß beim Anmachen von echtem Traßmörtel mit Seewasser und Einsetzen desselben in Seewasser unmittelbar nach dem Anmachen, auch echter Traß Treiberscheinungen zeigen könne[1]).

Auf eine Anfrage theilte Herr van der Kloes am 15. Mai 1896 mit, daß er nicht mehr recht an Treiben von Traß glauben könne. Er stellte weitere Mittheilungen darüber in Aussicht.

[1]) Vergl. v. d. Kloes: Onze Bouwmaterialen S. 311, 352 u. f.

Inzwischen erschien am 13. Juni 1896 in »De Ambachtsman« ein Aufsatz, in welchem van der Kloes neuere Ergebnisse veröffentlicht, die er mit echtem und wildem Traß in drei Versuchsreihen gefunden hat.

Das Mischungsverhältniß war bei van der Kloes Versuchen stets das gleiche, und zwar folgendes:

Gewichtstheile	oder	Raumtheile
2 Traß		1 Traß
1 Kalk, trocken gelöscht		1 Kalk
0,95 Wasser		0,475 Wasser.

Das Gemenge wurde zu einem plastischen Teig verarbeitet.

Versuch I. 8—10 aufeinandergesetzte und durch zwischengelegte Papierstücke getrennte Zugfestigkeits-Probekörper wurden mittelst zwei Eisenplatten durch Schrauben von außen zusammengeklemmt und so einige Stunden in siedendes Wasser gebracht.

Ergebniß: Der wilde Traß zeigte im Gegensatz zu seiner Festigkeit bei normaler Erhärtung eine höhere Festigkeit, die der des echten Trasses nahe kam.

Versuch II. Die Probekörper wurden gleich nach der Herstellung in der Form unter Wasser von mittlerer Wärme gebracht und 28 Tage darin liegen gelassen.

Ergebniß: Der Mörtel von wildem Traß war aufgequollen und hatte ein mehr oder weniger schülfriges Gefüge angenommen; trotzdem wies er eine größere Zugfestigkeit auf, als der normal gebliebene Mörtel von echtem Traß.

Versuch III. Die Probekörper wurden 24 Stunden bei ca. 9 C° an der Luft liegen gelassen und darauf 27 Tage unter Wasser von gleicher Wärme gebracht.

Ergebniß: Der echte Traß zeigte geringere Festigkeit als bei Versuch I — Abnahme von 13,73 kg auf 10,27 kg im Mittel. Der wilde Traß war zergangen. —

Trotz dieser Ergebnisse, welche wie seine früheren Prüfungsbefunde eine Erhöhung der Zugfestigkeit eingeschlossener Probekörper aus wildem Traß erweisen, die möglicherweise auf eine Verdichtung der Körper in Folge Treibens zurückzuführen ist, kommt van der Kloes im Laufe seiner weiteren Untersuchungen mehr und mehr zu der Meinung, daß das Treiben des wilden Trasses doch wohl keine spezifische Eigenschaft desselben sei.

Die eigenthümlichen Ergebnisse des Versuches II sind ihm indessen völlig unaufgeklärt geblieben.

Die Ergebnisse des Versuches III erklärt van der Kloes dadurch, daß es bei der niederen Wärme an der nöthigen Anfangsenergie beim Erhärtungsprozeß gefehlt habe, die Proben deshalb nach 24stündiger Luftlagerung nicht die erforderliche Festigkeit vor dem Eintauchen ins Wasser erlangt hätten, und durch innere Spannung, „verursacht durch den Auftrieb der eingeschlossenen Luft", die Festigkeitsverminderung bezw. der Zerfall der Probekörper verursacht worden wäre.

Den großen Lufteinschluß schiebt van der Kloes den in großer Menge im wilden Traß vorhandenen, sehr porösen Bimssteinkörnchen zu.

Wenn dies der Grund des Treibens ist, so schließt Verfasser weiter, dann dürften bei sehr feingemahlenem wilden Traß sich keine Treiberscheinungen zeigen, und in der That sagt van der Kloes, daß er diese Vermuthung durch Versuche bestätigt gefunden habe.

Schließlich giebt van der Kloes die Möglichkeit zu, daß das Treiben vielleicht auf ein unvollkommenes Ablöschen des Kalkes zurückzuführen ist.

In der Versuchsanstalt sind eigene Erfahrungen nach dieser Richtung hin noch nicht gesammelt, es sind aber entsprechende Versuchsreihen in Aussicht genommen worden. Jedenfalls geht aus den Versuchen van der Kloes' der Mangel an erprobten Prüfungsverfahren zur Unterscheidung guter Trasse von minderwerthigen deutlich hervor. Bevor man sich den immerhin etwas gewagten Schlüssen van der Kloes' anschließen kann, werden noch eine ganze Reihe weit eingehenderer Versuche angestellt werden müssen. —

Mit Bezug auf eine schnelle Werthschätzung der Trasse nach der Richtung ihrer Raumbeständigkeit hin, theilt Herfeldt in seiner 1887 herausgegebenen Brochüre mit:

Die Dresdener Konferenz für Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren habe zur Bestimmung der Volumbeständigkeit der Puzzolane (also auch der Trasse) die Verwendung der zweitheiligen Hartgummidose vorgeschlagen, die mit einer Mischung aus

2 Gewichtstheilen Puzzolane (Traß),
1 „ Kalkpulver,
1 „ Wasser

gefüllt und abgestrichen werden solle. Nach Auslösung des Schließringes solle die Dose in ein Gefäß mit ebenem Boden gesetzt werden, in welches Wasser bis zu einer Höhe von mindestens 2 cm über den oberen Rand der Dose eingegossen wird.

„Die beiden Theile der Dose dürfen in keinem Falle durch den erhärtenden Mörtel aus einander getrieben werden, noch darf derselbe nach oben heraustreten."

Der betreffende, von Professor Bauschinger 1893 veröffentlichte Beschluß lautet etwas abweichend von dieser Darstellung:

„Eine Mischung von 2 Gewichtstheilen Puzzolane (Traß), 1 Gewichtstheil Kalkhydratpulver und 1 Gewichtstheil Wasser wird in eine oben offene, nach unten sich etwas verjüngende, starkwandige Metalldose (verzinktes Eisenblech) von 3—4 cm Höhe und 6—8 cm oberer Weite eingefüllt, glatt abgestrichen und sofort in ein mit Wasser gefülltes Gefäß gesetzt, so daß das Wasser 2 cm hoch über dem oberen Rande der Dose steht. Der erhärtende Mörtel darf weder über den Rand der Dose hervorstehen, noch sich wölben. Die Dose muß einen festen Boden haben, damit der Mörtel sich nur nach oben hin ausdehnen kann."

Auf den ersten Blick ist ersichtlich, daß, welche von beiden Ausführungsformen dieser Prüfung man auch wählen mag, dieses Prüfungsverfahren nicht geeignet ist, feinere Unterschiede zwischen einzelnen Traßarten zu ermitteln. Größere Reihen von Versuchsergebnissen, die nach diesem Verfahren gefunden wurden, sind auch noch nicht bekannt geworden. —

Schließlich empfehlen übereinstimmend Wolffram und Herfeldt zur schnellen Beurtheilung der Traßlieferung auf der Baustelle ein Prüfungsverfahren, welches namentlich auch in Holland mit großem Erfolge angewendet werden soll.

Es ist dies die Bestimmung des Glühverlustes bezw. des Gehaltes an Hydratwasser in Zusammenhang mit der Ermittelung der Anfangs-Erhärtung durch die Vicatsche Nadel.

Der Werth der Glühprobe soll darauf beruhen, daß bis jetzt kein echter, guter Traßstein gefunden worden ist, der weniger als 7 % Hydratwasser hat, während die hauptsächlich in Betracht kommenden Verfälschungsmaterialien bedeutend weniger Hydratwasser enthalten[1].

[1]) Onze Bouwmaterialen S. 349.

Nach Wolffram soll ein Glühverlust von rund 7 % und darüber als Kennzeichen eines brauchbaren, von 8 % und darüber eines recht guten Trasses Berücksichtigung verdienen, wenn gleichzeitig die Nadelprobe eine gute Erhärtung nach 3 Tagen zeigt. Daß die besseren Trasse ausnahmslos einen höheren Glühverlust zeigen als minderwerthige Materialien, hat sowohl Herfeldt als Wolffram zusammen mit einem Chemiker durch Versuche festgestellt. Die Traßprobe wurde von letzterem in einem Luftbad von 100—150 C° getrocknet, sodann gewogen und in einem Hempelschen Gasofen mit 3 Gasflammen ¼ Stunde geglüht, neuerdings gewogen und nochmals ¼ Stunde geglüht und gewogen, um sicher zu sein, daß kein Glühverlust mehr eintritt.

Es sind dabei die folgenden Werthe ermittelt worden:

Bezeichnung des Trasses	Feuchtigkeitsgehalt der Probe (hygroskopisches Wasser) %	Glühverlust der getrockneten Substanz (Hydratwasser) %
Plaidter Traß von G. Herfeldt	3,3	8,4
Krufter Traß von D. Zervas Söhne . . .	2,7	7,9
Krufter Traß von S. Landau	2,6	7,3
Krufter Traß von J. Meurin	2,8	7,2
Traß von der Rauschermühle bei Plaidt . .	2,1	6,9
Bergtraß aus dem Brohlthal	0,6	3,1
Puzzolane di Napoli, hell	0,7	3,5
desgl. dunkel	0,8	2,4

Mit Bezug auf die Bestimmung des Glühverlustes und der Abbindeverhältnisse von Puzzolanen (Traß) enthalten die Beschlüsse der Konferenzen zu München, Dresden, Berlin und Wien (München 1893, Theod. Ackermann) folgende Vorschrift:

„Die feingepulverte, bei 100—110° getrocknete Puzzolane wird auf den Glühverlust (gebundenes Wasser) und mittelst der 300 g schweren Normal-Nadel mit 1 qmm kreisförmigem Querschnitt auf die Anfangserhärtung unter Wasser bei möglichst 15 C°, jedenfalls unter Berücksichtigung der Temperatur, geprüft in einer Mischung von 2 Gewichtstheilen Puzzolane (Traß), 1 Gewichtstheil Kalkhydratpulver und 1 Gewichtstheil Wasser. Der in die Dose eingefüllte und glatt abgestrichene Mörtel soll sofort unter Wasser gebracht und nach 2, 3, 4 und 5 Tagen in der Weise geprüft werden, daß ermittelt wird, mit welcher Belastung die obige Normal-Nadel den Mörtel durchdringt, wobei die angewendete Dose jedoch nicht über 4 cm hoch sein darf."

Diese Vorschrift ist nun ebenso wie der Wolframsche Grenzwerth für die Menge des Hydratwassers mehrfach von Behörden und Privaten den Lieferungsbedingungen für Traß zu Grunde gelegt worden.

In einem Falle erlangte die Versuchsanstalt Kenntniß von der Zurückweisung einer größeren Traßlieferung seitens einer Behörde, wurde als entscheidende Instanz gerichtsseitig um ihr Urtheil angegangen und veranlaßte die betreffende Baubehörde zu einer Aeußerung über die Lieferungsbedingungen und die Gründe, welche bei ihrer Aufstellung maßgebend gewesen waren.

Die Lieferungsbedingungen enthielten im Wesentlichen folgendes:

„Der Traß muß aus bestem, echtem Tuffstein gewonnen werden, muß durchaus rein und frei von jeder Beimischung als Bergtraß, wilder Traß, Bimsstein,

Sand u. s. w. gehalten sein, sich scharf, nicht mehlartig anfühlen und so fein gemahlen und gesiebt sein, daß auf einem Siebe von 60, 120, 900 und 5000 Maschen pro qcm ein Rückstand bleibt von höchstens: 0; 3,5; 30 und 50 % des Gewichtes.

Der Traß muß ferner vollständig trocken sein und darf höchstens 3 % atmosphärisches Wasser enthalten.

Der Traß muß mindestens 7 % Hydratwasser enthalten (Glühverlust)."

Die letzteren Anforderungen stützen sich auf einen Prospekt, in dem gesagt sein soll:

„Die guten Steintrasse, welche gute Resultate in Bezug auf Zug- und Druckfestigkeit lieferten, zeigten bei einer chemischen Untersuchung zwischen 7 und 8 % Glühverlust, während die geringeren Traßsorten stets unter 7 % Glühverlust aufweisen, Brohler Bergtraß sogar nur ca. 3 %. Es wäre daher im Interesse der Traßindustrie wünschenswerth, wenn darauf geachtet würde, daß jeder Traß mindestens 7,5 % Glühverlust ergäbe."

Zur Begründung der Lieferungsbedingungen gab die Baubehörde außerdem etwa folgendes an:

1. Es kommt häufig vor, vorzüglich in den Brüchen des Brohlthales, welche wenig guten Traß mehr enthalten, daß der gute Traß aus den unteren Lagen mit dem minderwerthigen Bergtraß der oberen Lagen vermischt, als Traß bester Qualität in den Handel gebracht wird. Der Zusatz dieses minderwerthigen Trasses, welcher unter anderen fremden Körpern auch viel Bimsstein enthält, verschlechtert die Qualität des Trasses bedeutend und bewirkt namentlich ein „Treiben" desselben [1]).
2. Wenn sich der Traß recht scharf anfühlt, kann dies als ein Zeichen dafür angesehen werden, daß er den unteren guten, festen Lagen entstammt, deren einzelne Tuffsteine im Bruch eine scharfe, zackige Textur zeigen. Durch die Versuche des Regierungsbaumeisters Stahl ist festgestellt, daß Trasse von großer Mahlfeinheit eine ungleich größere Festigkeit erlangen, als solche von gröberer Beschaffenheit [2]).
3. Durch Versuche des Bauinspektors Wolffram ist nachgewiesen, daß gute Trasse immer einen hohen Glühwassergehalt, nicht unter 7 %, besitzen.
4. Versuche auf Abbindezeit sollen darthun, daß der Traß eine genügende Erhärtungsfähigkeit unter Wasser besitzt. Es wird indessen zugegeben, daß hierdurch ein endgültiges Urtheil über die Güte des Trasses nicht gewonnen werden kann, da erfahrungsgemäß schlechte Trasse eine größere Anfangserhärtung zeigen als gute.

   Ferner ist es auch nicht ausgeschlossen, daß Trasse mit großem Glühwassergehalt und großer Mahlfeinheit auf die Dauer eine geringe Erhärtungsfähigkeit zeigen, ja sich sogar als nicht volumbeständig erweisen. Als sicher ist indessen anzunehmen, daß gute Trasse stets einen großen Glühwassergehalt besitzen.

---

[1]) Vergl. die oben aufgeführten Versuche von v. d. Kloes.

[2]) Wochenblatt für Baukunde vom 4. März 1887. Mittheilung über die Anwendung von Traßmörtel bei den Hafenbauten zu Frankfurt a. M.

Da die Ausführung von Versuchen an 28 Tage alten Probekörpern auf den Baustellen in den meisten Fällen nicht thunlich ist, so muß sich die Kontrole der Lieferung auf die vorstehend bezeichneten Eigenschaften des Trasses beschränken. —

Aus allen diesen Meinungsäußerungen und Mittheilungen geht nun hervor, daß der Bestimmung des Glühverlustes des Traßmehles entscheidende Bedeutung beigemessen wird. Um so mehr ist zu bedauern, daß es zunächst noch an einer wissenschaftlichen Begründung dieser Prüfung fehlt, und daß das Verfahren selbst nicht einmal ausreichend festgelegt ist.

In der Versuchsanstalt sind nämlich kürzlich Glüh- und Trockenversuche mit Traßmehl nach den Konferenzbeschlüssen ausgeführt worden, bei denen sich herausstellte, daß beim Trocknen des Traßmehles bei 100—110 C° Wärme bereits ein Theil des Hydratwassers mit weggeht und dann die Menge des hygroskopischen Wassers um diesen Theil zu hoch, die Menge des Hydratwassers aber zu niedrig erscheint.

Bei den engen Grenzen, welche die vorstehend mehrfach erwähnten Bedingungen der Menge des zulässigen mechanisch gebundenen Wassers und der erforderlichen chemisch gebundenen Wassermenge ziehen, mußte diese Beobachtung ernste Bedenken hervorrufen und zu eingehenderer Forschung Anlaß geben.

Anfragen bei Traßfabrikanten, ob nach dieser Richtung hin bereits anderweitig Beobachtungen gemacht worden seien, veranlaßten die Firma D. Zervas Söhne Trockenversuche auszuführen, welche das in der Versuchsanstalt Ermittelte bestätigten.

Die letztgenannte Firma theilte auch ein Schreiben des Dr. Max Huf in Köln mit, nach welchem dieser den Feuchtigkeitsgehalt von Traß bei 150 C° bestimmte, es aber für unzweifelhaft hält, daß bei dieser Wärme bereits Hydratwasser ausgetrieben wird und daß man schließlich bei lang andauerndem Erhitzen auf 150 C° vielleicht das gesammte Hydratwasser als Feuchtigkeit bestimmte. (Die letztere Vermuthung bestätigte sich bei den in der Versuchsanstalt ausgeführten, weiter unten mitgetheilten Proben nicht.)

Es galt nun, durch planmäßige Versuche festzustellen, bei welcher Wärme oder auf welche Art der Traß am besten getrocknet wird, ohne daß er Hydratwasser verliert, und ob sich in dieser Beziehung alle Trasse gleichmäßig verhalten. Die Versuche wurden von dem Assistenten der Abtheilung für Baumaterialprüfung Dr. Gruber nach einem von mir aufgestellten Arbeitsplane ausgeführt.

Zunächst wurde ein als normal bekannter Traß bei 55 C° etwa 4 Stunden getrocknet. Schon die zweite Wägung ergab gleichbleibendes Gewicht.

Der Prozentgehalt an hygroskopischem Wasser ergab sich auf 2,74 %. Die auf die beschriebene Art getrocknete Probemenge wurde nun eine Stunde lang einer Wärme von 100 bis 110 C° ausgesetzt, wobei beständig fortschreitende Gewichtsabnahme festgestellt wurde. Jede weitere Wägung nach verschiedenen Zeiträumen, in denen die Wärme von 100 bis 110 C° auf die Probemenge einwirkte, ergab weitere Gewichtsabnahme, bis endlich nach kurzem Glühen wieder gleichbleibendes Gewicht eintrat und das Hydratwasser im Mittel aus zwei Versuchen auf 11,04 %, bezogen auf das Gewicht der getrockneten Masse, berechnet werden konnte.

Es wurden ferner, um die Richtigkeit der Beobachtung zu erproben, mit einem anderen Traß (A), der dem Handel amtlich entnommen war, Trockenversuche bei verschiedenen Wärmegraden und über Schwefelsäure vorgenommen, und zwar gestaltete sich die Versuchsausführung wie folgt:

1. Zwei Proben Traß wurden zuerst 24 Stunden über Schwefelsäure im luftverdünnten Raume bei Zimmerwärme, dann nochmals dieselbe Zeit ebenso getrocknet. Nach 48 Stunden zeigten die Proben noch Gewichtsabnahme, nach weiteren 10 Stunden Trocknen über Schwefelsäure trat aber gleichbleibendes Gewicht ein.
2. Zwei Proben Traß wurden in einem Trockenapparate mit Wasserumspülung bei 30 C° zuerst 8 Stunden, dann nochmals 6 Stunden getrocknet. Die Ergebnisse der ersten und zweiten Wägung stimmten völlig mit einander überein.
3. Zwei Proben Traß wurden in demselben Apparat bei 50 bis 55 C° zuerst $1^1/_2$ Stunde, dann nochmals $1^1/_2$ Stunde und zum dritten Male $1^1/_2$ Stunde getrocknet. Nach der dritten Wägung ergab sich gleichbleibendes Gewicht.
4. Zwei Proben Traß wurden in einem Trockenschrank bei 99 C° getrocknet. Gleichbleibendes Gewicht war nicht zu erreichen. Nach zwei, drei, fünf Stunden zeigte sich immer größere Gewichtsabnahme.
5. Drei Traßproben wurden in einem Trockenschrank bei 110 C° getrocknet. Nach zwei, drei, fünf Stunden zeigte sich zunehmende Gewichtsverminderung; gleichbleibendes Gewicht war innerhalb der angegebenen Zeit nicht zu erreichen.

Alle Proben waren auf Uhrgläsern flach ausgebreitet.
Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der nachstehenden Tab. 1 zusammengestellt.

Tabelle 1. **Bestimmung des hygroskopischen Wassers im Traß A.**

Getrocknet	Angewandte Menge g	Gleichbleibendes Gewicht nach dem Trocknen g	Differenz g	Hygroskopisches Wasser in Prozent
1. über H_2SO_4	0,9254 1,2492	0,8994 1,2160	0,0264 0,0302	2,809 2,463 **2,636**
2. bei 30 C°	0,3432 0,3308	0,3342 0,3328	0,0090 0,0082	2,623 2,540 **2,582**
3. bei 55 C°	1,5100 1,6712	1,4684 1,6251	0,0416 0,0461	2,807 2,758 **2,783**
4. bei 99 C°	2,0062 2,0038	1,9331 [1]) 1,9250	0,0731 0,0788	3,643 3,392 **3,518**
5. bei 110 C°	2,9942 2,0506 2,0494	2,8374 [1]) 1,9544 1,9608	0,1568 0,0952 0,0886	5,239 4,691 4,328 **4,753**

Genau in derselben Weise wurde ein Traß (B) anderen Ursprunges untersucht.
Alle Wägungen wurden in denselben Zeitabschnitten vorgenommen wie bei Traß A.
Die Ergebnisse der Versuche sind in der Tab. 2 zusammengestellt.

[1]) Gewicht nach 5 Stunden.

Tabelle 4. **Bestimmung des hygroskopisch aufgenommenen Wassers und**

Traß, bezeichnet	Gewichtsverlust nach dem Troc														
	bei 50 C°			bei 80 C°			bei 98 C°			bei 103 C°			bei 110 C°		
	Versuch		Mittel	Versuch		Mittel	Versuch		Mittel	Versuch		Mittel	Versuch		
	I	II		I	II		I	II		I	II		I	II	
I	2,331	2,246	2,289	3,739	3,735	3,737	4,132	4,193	4,163	4,802	4,967	4,885	6,373	6,308	6,
II	1,524	1,494	1,509	2,704	2,745	2,725	3,004	3,007	3,006	3,683	4,013	3,848	3,785	4,398	4,
III	1,558	1,715	1,637	2,490	2,463	2,477	2,631	2,695	2,663	2,838	2,895	2,867	3,225	3,319	3,
IV (Bergtraß)	0,377	0,368	0,373	0,538	0,564	0,551	0,566	0,594	0,580	0,634	0,632	0,633	0,850	0,710	0,
V (Leucittuff)	—	—	—	—	—	—	—	—	2,66	—	—	—	—	—	bei 115 C° 3,

Zu den Versuchen sind Mengen bis zu 6 g Traßpulver verwendet worden, die im Wiegegläschen von etwa 45 mm Durchmesser möglichst ausgebreitet wurden. Die Trocknung erfolgte im Trockenschrank mit Wasserumspülung und im Lufttrockenschrank; im letzteren Falle wurden zur Innehaltung der vorgeschriebenen Wärme Thermoregulatoren angewendet und sorgfältig darauf geachtet, daß während der Dauer des Versuches die Wärme sich nicht änderte.

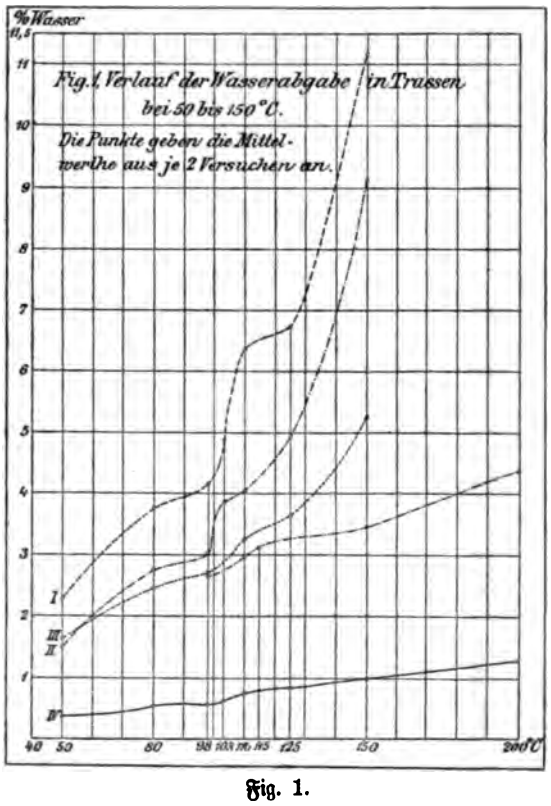


Fig. 1.

Das Glühen der Proben erfolgte über dem Gasgebläse und über einem einfachen Münckebrenner in Porzellantiegeln.

Alle Einzelzahlen anzuführen erscheint überflüssig, es seien nur die Endergebnisse der je zwei Versuche und ihre Mittelwerthe in Tab. 4 zusammengestellt und der Verlauf der Wasserabgabe bei den verschiedenen angewendeten Wärmegraden zeichnerisch in Fig. 1 aufgetragen. Die Kurven sind Mittellinien aus je zwei Versuchen.

Um ferner zu zeigen, wie die Wasserabgabe gewissermaßen schrittweise erfolgt, und in wie weit die Zeit der Trocknung sie beeinflußt, ist der Verlauf der Trocknung während jeder einzelnen Versuchsgruppe in Fig. 2 zeichnerisch dargestellt. Auch hier sind die Mittellinien aus je zwei Versuchen aufgetragen.

Aus Tab. 4 ist ersichtlich, daß die Trockenversuche bei 50, 80, 98, 103, 110, 125, 150 und 200 C° und schließlich auch noch über Schwefelsäure ausgeführt wurden. In jeder Wärmestufe wurde die Trocknung so lange fortgesetzt, bis gleichbleibendes

des Hydratwassers im Traß bei verschiedenen Trocken- und Glühverfahren.

Procent											Gewichtsverlust in Procent nach dem Glühen auf dem					
bei 125 C°			bei 150 C°			bei 200 C°			über Schwefelsäure			Gebläse			Münckebrenner		
Versuch		Mittel	Versuch		Mittel	Versuch		Mittel	Versuch		Mittel	Versuch		Mittel	Versuch		Mittel
I	II		I	II		I	II		I	II		I	II		I	II	
459	6,970	6,715	12,243	10,115	11,179	—	—	—	3,961	3,724	3,843	13,252	13,188	13,220	12,560	12,878	12,719
336	4,947	4,942	9,497	8,761	9,129	—	—	—	2,730	2,834	2,782	11,163	11,510	11,337	11,163	11,101	11,132
380	3,663	3,622	5,162	5,421	5,292	—	—	—	2,000	2,648	2,324	7,861	7,895	7,878	7,839	7,809	7,824
860	0,870	0,865	1,012	1,001	1,007	1,352	1,294	1,323	0,593	0,477	0,535	3,838	3,745	3,792	3,450	3,364	3,407
—	—	3,25	—	—	3,47	—	—	4,38	—	—	—	—	—	5,07	—	—	—

Gewicht eintrat, und dabei konnte festgestellt werden, daß in jeder Wärmestufe bis zu 200 C° nach einer gewissen Zeit gleichbleibendes Gewicht erzielt wurde.

Da gleichzeitig eine beständige, mit der höheren Trockenwärme stufenweise fortschreitende Gewichtsabnahme stattfand, so war damit bewiesen, daß das chemisch gebundene Wasser im Traß zum Theil schon bei niederer, zum Theil erst bei höherer Wärme ausgetrieben werden kann, daß also der Traß dem Gesetz der Dissociation unterliegt, welches Dr. Wislicenus wie folgt gefaßt hat:

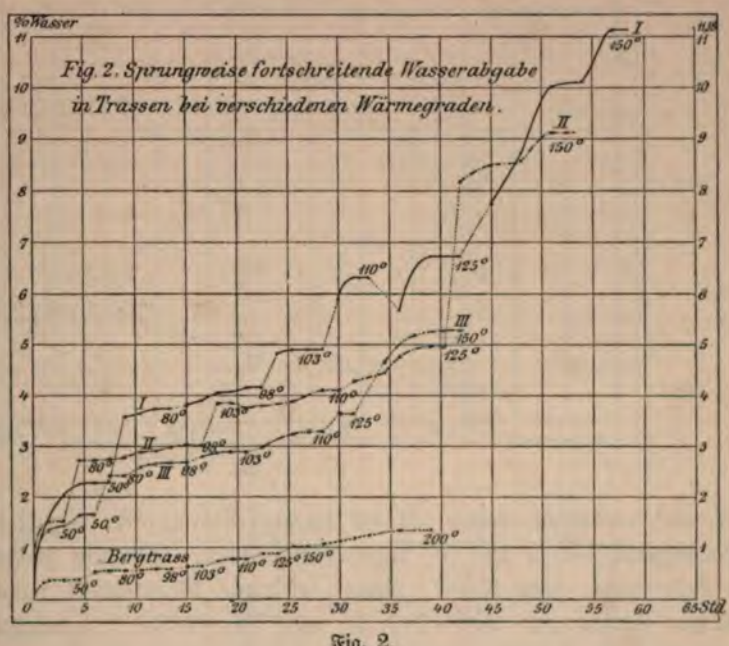


Fig. 2.

„Wird eine gewisse Quantität einer chemischen Verbindung bis zu einem Grade erhitzt, bei welchem sie sich eben zu zersetzen beginnt (Anfangstemperatur der Dissociation), so zerfällt weitaus in den meisten Fällen nur ein kleiner Theil — wie lange man auch die Temperatur auf derselben Höhe halten mag. Bei Temperatursteigerung nimmt der dissociirte Antheil zu, bis zuletzt bei der Endtemperatur der Dissociation die ganze Masse zersetzt ist. Zwischen diesen beiden Grenztemperaturen entspricht also jedem Wärmegrade ein gewisser Prozentantheil zerfallener und unveränderter Substanz, also ein gewisses Gleichgewichtsverhältniß in den Mengen des Ingredienzes und der Produkte der Dissociation."

Auffällig war in Fig. 1 die Einschnürung der Kurven zwischen 98 und 103 C° Trockenwärme erschienen. Sie konnte die Vermuthung rechtfertigen, daß bei einer Wärme über 98 C° die Zersetzung schneller erfolgt, es war aber auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß zwischen 80 und 103 C° aus irgend welchen Ursachen sich die Trocknung verzögert. Eine solche Ursache wurde in dem Umstande vermuthet, daß bis zu 98 C° der Trockenschrank mit Wasserumspülung, von 103 C° an der Lufttrockenschrank benutzt worden war.

Um ganz sicher zu gehen, wurden daher neue Versuchsreihen eingeleitet. Zunächst wurden die Versuche noch einmal unter gleichen Bedingungen von einem anderen Beobachter (dem Assistenten Dr. Berkhoff) mit drei Traßproben, die M, N, O bezeichnet seien, und mit dem

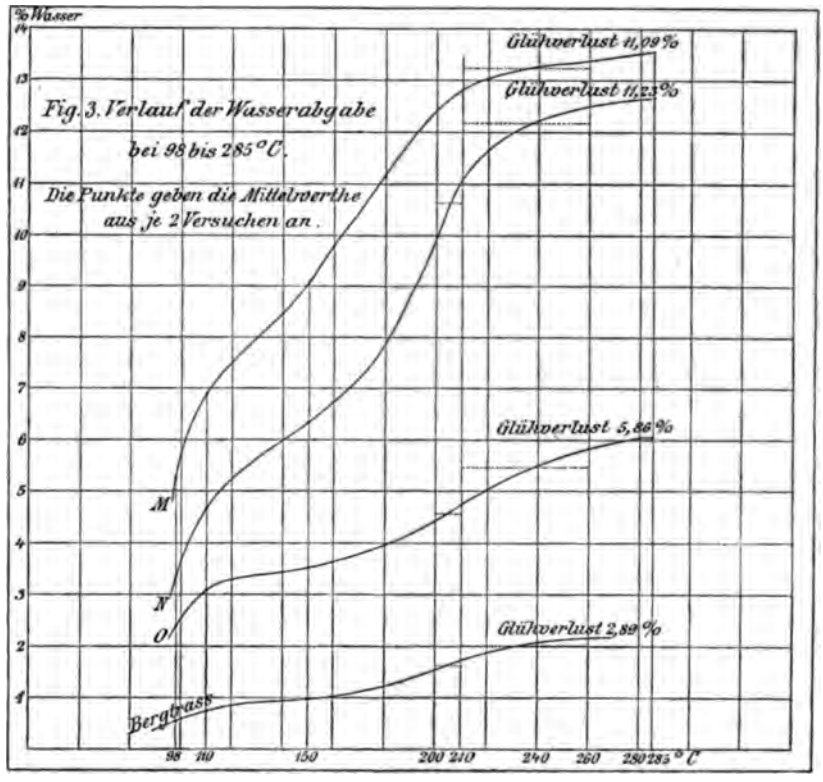


Fig. 3.

Bergtraß wiederholt, wobei auf die niederen Wärmegrade verzichtet, dafür aber noch höhere Wärmegrade, bis zu 285 C°, angewendet wurden. Mangels geeigneter Vorrichtungen gelang es dabei nicht, über 150 C° hinaus bestimmte Wärmegrade dauernd festzuhalten, indessen wurden Stufen von 200—210 C° und 210—260 C° innegehalten; es ist in Aussicht genommen, die Versuche demnächst mit gleichbleibenden Wärmegraden zu wiederholen.

Die gefundenen Werthe sind im Mittel aus je zwei Versuchen in Fig. 3 zeichnerisch aufgetragen. Sie zeigen denselben Verlauf wie die erste Gruppe und beweisen außerdem, daß bis 280 C° der weitaus größte Theil des Hydratwassers ausgetrieben ist.

Es galt nun noch zu versuchen, ob thatsächlich die Verwendung des Trockenschrankes mit Wasserumspülung einen Einfluß auf den Verlauf der Trocknung ausübte und ob sich nicht die Grenze finden ließ, bei welcher das Hydratwasser beginnt frei zu werden.

Zu diesem Zwecke wurden von zwei Beobachtern (den Assistenten Dr. Berkhoff und Dr. Gruber) unabhängig neben einander die Versuche mit den Resten der Proben I, II und II bei niederen Wärmegraden und unter Verwendung des Lufttrockenschrankes wiederholt, und war wurde den Versuchen nur je eine Probe zu Grunde gelegt. Diese Proben hatten wochenlang im Laboratorium gestanden und sich dadurch so verändert, daß sie im Vergleich zu den zuerst ausgeführten Versuchen sehr abweichende Ergebnisse lieferten.

Die Ergebnisse sind in Fig. 4 zeichnerisch aufgetragen. Die starken Linien beziehen sich auf die Ergebnisse des Beobachters B., die schwachen auf die des Beobachters G. Zwischen beiden

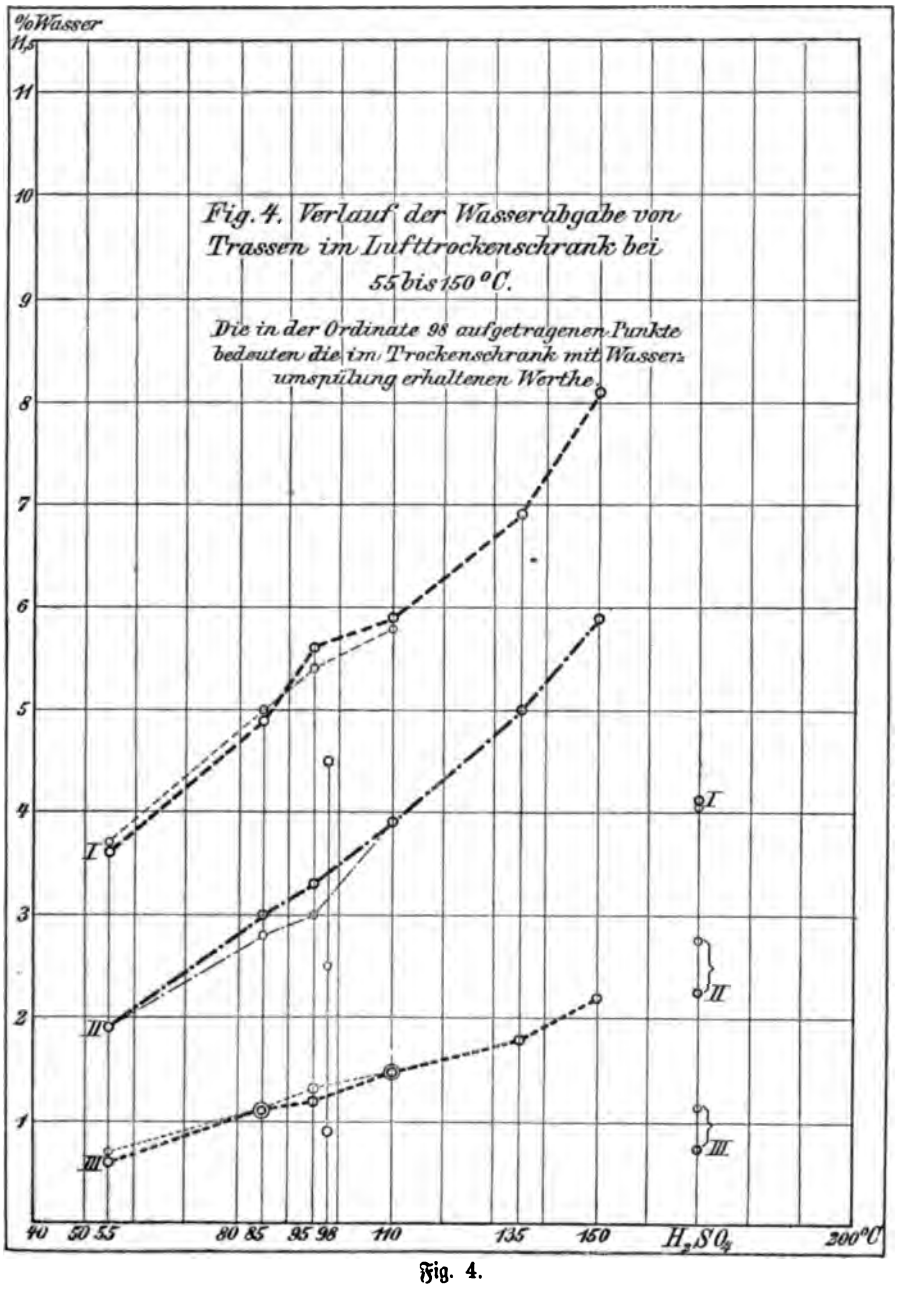


Fig. 4.

herrscht eine befriedigende Uebereinstimmung. Die Linien zeigen einen gleichmäßigen Verlauf der Trocknung an. Zum Vergleich bei 98 C° im Trockenschrank mit Wasserumspülung getrocknete Proben gaben erheblich niedrigere Werthe. Die Ursache dieser Erscheinung scheint in den durch das Abzugsrohr des Schrankes sich niederschlagenden Wasserdämpfen zu liegen. Besondere Versuche werden hierüber Aufklärung schaffen.

Ferner wurde mit den Trassen noch einmal der Versuch der Trocknung über Schwefelsäure ausgeführt, und zwar benutzte B. etwa 5 g Pulver, welches flach ausgebreitet zwei Tage im Exsiccator blieb, und G. nur 1—3 g Masse, die ebenfalls flach ausgebreitet vier Tage über Schwefelsäure stehen blieb.

Der Einfluß der Probenmenge und der Trockenzeit ist aus den Eintragungen in Fig. 4 deutlich erkennbar. Die Versuche werden fortgesetzt werden.

Bei allen den mitgetheilten Versuchen gelang es nicht, eine Grenze zwischen dem Austrittsende des mechanisch festgehaltenen (hygroskopischen) Wassers und dem Austrittsbeginn des chemisch gebundenen (Hydratwassers) zu ziehen, vielmehr ist zu vermuthen, daß schon bei einer Wärme zwischen 80 und 98 C° ein Theil des Hydratwassers entweicht, und es ist nicht ausgeschlossen, daß dies bei noch geringerer Wärme schon der Fall ist.

Dafür spricht der Umstand, daß — genügend lange Trocknung kleiner Probemengen über Schwefelsäure vorausgesetzt — der Trockenverlust über Schwefelsäure dem bei 80 C° gefundenen Gewichtsverlust nahe kommt, während schon bei 98 C° der Trockenverlust den über Schwefelsäure ermittelten Gewichtsverlust übersteigt.

Hieraus rechtfertigt sich die Anforderung, zu der Bestimmung des (vermuthlichen) hygroskopischen Wassers im Traß eine Trockenwärme von höchstens 98 C° anzuwenden, die in einem von Wasser umspülten Trockenschrank auch von Laien mit Leichtigkeit für längere Zeit erhalten werden kann. Allerdings ist bei Anwendung eines solchen Schrankes größte Sorgfalt anzuempfehlen und Sorge zu tragen, daß keine Wasserdämpfe in das Innere des Schrankes gelangen.

Mit vorstehenden Versuchen ist erwiesen, daß gerade die besseren Traßsorten eine größere Empfindlichkeit gegen die Trockenwärme zeigen und leicht mit dem hygroskopischen Wasser auch einen Theil ihres Hydratwassers abgeben.

Dies sollte bei Ausführung der Hydratwasserbestimmungen berücksichtigt werden, damit nicht gute Trasse auf Grund fehlerhafter Versuche falsch beurtheilt werden.

Ferner muß bei den Versuchen beachtet werden, daß es, um zu übereinstimmenden Ergebnissen zu kommen, bei Anwendung kleiner Probemengen unbedingtes Erforderniß ist, die Traßmehle vor dem Versuch auf einen gleichmäßigen, und zwar möglichst hohen Feinheitsgrad zu bringen. Trockenversuche mit groben und mit feinen Traßpulvern führten in dem Verlauf der Trocknung zu abweichenden Ergebnissen.

Es galt nun noch zu ermitteln, ob es für praktische Zwecke ausreichend sein würde, den Trockenversuch bei 98 C° auszuführen und welche Trockenzeit dafür zu beanspruchen war.

Zu diesem Zwecke habe ich mit den fünf vorher aufgeführten Traßsorten, denen ich eine sechste hinzufügte (Krufter Traß von einem großen Bau), besondere Versuchsreihen angestellt und die fein zerkleinerten Proben stündlich gewogen.

Die Ergebnisse sind in Fig. 5 zeichnerisch dargestellt. Die Abscissen bedeuten die Trockenzeit in Stunden, die Ordinaten den Trockenverlust in Procenten der ursprünglich angewandten Mengen.

Die Kurven sind Mittellinien aus je zwei Versuchen.

Es ist ersichtlich, daß bei den meisten Proben der Zustand völliger Trockenheit schon nach zwei Stunden Trocknung bei 98 C° erreicht ist und daß bei allen geprüften Proben, welche die hauptsächlich im Handel vorkommenden Sorten umfassen, drei Stunden Trocknung zu einem für praktische Zwecke ausreichenden Annäherungswerthe führen. Für genaue Untersuchungen im Laboratorium wird man sich allerdings damit nicht begnügen können, und wird die Trocknung bis zu völlig gleichbleibendem Gewicht der Proben im Trockenschrank oder über Schwefelsäure, vielleicht unter Zuhülfenahme von Luftverdünnung, fortsetzen müssen.

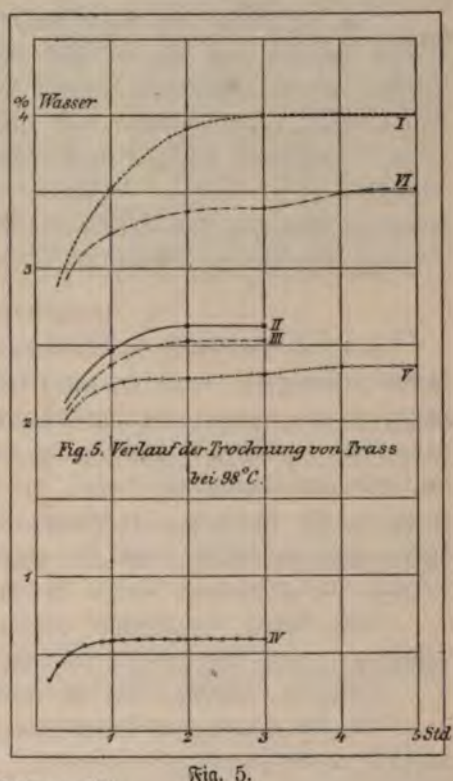


Fig. 5. Verlauf der Trocknung von Trass bei 98°C.

Fig. 5.

Die vorstehenden Versuchsreihen haben nun der Versuchsanstalt Veranlassung gegeben, mit den namhaftesten Traßproduzenten in Verbindung zu treten und mit ihnen ein Prüfungsverfahren zur Bestimmung des Trocken- und Glühverlustes von Traß zu vereinbaren, welches sich für die Versuchsausführung im Baubureau eignet, keine allzugroßen Anforderungen an Zeit und Apparate stellt, und doch genau genug ist, um ein schnelles Urtheil über die Qualität des angelieferten Trasses, soweit seine Herstellung aus guten oder schlechten Steinen in Frage kommt, zu fällen und grobe Irrthümer auszuschließen.

Der nachstehend abgedruckten Beschreibung des Verfahrens haben die Firmen

D. Zervas Söhne in Köln a. Rh.,
G. Herfeldt in Andernach,
J. Meurin in Andernach

zugestimmt; das Verfahren sei der Beachtung der Interessenten bestens empfohlen.

Verfahren der Untersuchung von Traß auf Trocken- und Glühverlust.

Vorbemerkung: Als guter Traß ist derjenige anzusehen, welcher aus hydraulischen Tuffsteinen gemahlen wird. Ueber die Güte eines Trasses ergeben die Prüfungen auf Zug- und Druckfestigkeit in der Regel den besten Aufschluß.

Ein kurzes Prüfungsverfahren, welches in den meisten Fällen Anhalt dafür giebt, ob Traß aus guten hydraulischen Tuffsteinen hergestellt wurde, ist die Untersuchung auf Glühverlust. Guter Traß soll mindestens 7 % Glühverlust (Hydratwasser, chemisch gebundenes Wasser) ergeben.

a. Vorbereitung der Proben.

Von dem zu untersuchenden Traß wird eine Durchschnittsprobe von etwa 20 g entnommen und in einer Reibschale so weit zerkleinert, daß alles durch ein Sieb von 5000 Maschen auf 1 qcm geht.

Wird der zu untersuchende Traß aus angelieferten ungemahlenen Tuffsteinen hergestellt, so ist darauf zu achten, daß die aus den letzteren entnommene Probe eine möglichst richtige

Durchschnittsprobe der Lieferung darstellt, und daß die entnommenen Steine genügend durcheinander gemischt werden.

b. Ermittelung des Trockenverlustes.

Um die Menge des hygroskopischen (mechanisch festgehaltenen) Wassers zu bestimmen, werden von der nach der Vorschrift unter a. vorbereiteten Traßmenge 10 g in ein Wiegegläschen mit eingeschliffenem Stopfen und einer Bodenfläche von mindestens 4 cm Durchmesser gefüllt. Das Gläschen wird offen mit geneigt auf die Oeffnung gelegtem Stopfen in einen Trockenschrank mit Wasserumspülung gebracht und während drei Stunden gleichmäßig auf annähernd 98 C° erhitzt[1]). Alsdann wird das Gefäß mit dem warmen Stopfen verschlossen, herausgenommen und zum Abkühlen in einen Exsiccator gebracht. Die dann festgestellte Gewichtsabnahme wird als der Gehalt des Trasses an hygroskopischem Wasser angesehen[2]).

c. Ermittelung des Glühverlustes.

Um den Glühverlust zu bestimmen, werden von der nach der Vorschrift unter a. vorbereiteten Traßprobe 10 g (die zweite Hälfte der vorbereiteten Menge) in einem Platin- oder Porzellantiegel entweder 30 Minuten über dem Gasgebläse oder im Hempelschen Glühofen mindestens 40 Minuten lang bis zur Rothgluth erhitzt. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Anfangserwärmung des Trasses, der außer Wasser auch Luft enthält, nur langsam gesteigert wird, so daß erst in 5—10 Minuten Rothglut eintritt, weil bei zu schneller Erhitzung das heftig austretende Wasser, sowie die eingeschlossene Luft feine Theile des Trasses mit sich reißen, wodurch ein Stoffverlust entsteht, der sich fälschlich als Glühverlust geltend machen würde.

Nach Ablauf der Glühzeit ist der Tiegel mit einer angewärmten Zange sofort zum Erkalten in einen Exsiccator zu bringen.

Nach dem Erkalten wird die Gewichtsabnahme festgestellt.

Bei Berechnung des Glühverlustes (Hydratwassers) muß von dem Gewichtsverlust des geglühten Trasses der Gewichtsverlust des gleichzeitig getrockneten Trasses (das hygroskopische Wasser) in Abzug gebracht werden. Der dann noch verbleibende Gewichtsverlust des geglühten Trasses muß auf die Gewichtsmenge des vorgetrockneten Trasses, also Traß ohne hygroskopisches Wasser, in Prozenten berechnet werden.

Chemische Untersuchung.

Die große Empfindlichkeit guten Trasses gegen Wärme und seine leichte chemische Zersetzbarkeit bezüglich der Hydratwasserabspaltung legten den Gedanken nahe, mit Hülfe der chemischen Analyse ein Urtheil über die Güte des Produktes zu gewinnen, wie dies auch früher schon versucht wurde.

Wolffram führt in seinem Werkchen eine Anzahl von Analysen der verschiedensten Tuffsteine aus fast allen Brüchen des Nettethales auf, welche von Dr. Michaelis im Auftrage des Hafenbaudirektors Martiny ausgeführt wurden und die in Tab. 5 zusammengestellten Ergebnisse lieferten.

[1]) Es ist zu beachten, daß die Flamme nicht unter dem Boden des Schrankes hervorschlägt und die Thür erhitzt, wodurch der Trockenraum stärker erhitzt wird, als es das kochende Wasser bedingt. Es ist ferner darauf zu achten, daß sich keine Wasserdämpfe in dem Inneren des Schrankes niederschlagen können.

[2]) Für die genaue Ermittelung des chemisch gebundenen Wassers ist es nothwendig, die Trocknung bei ungefähr 98 C° bis zu gleichbleibendem Gewicht fortzusetzen; für die Praxis werden aber meistens drei Stunden Trockenzeit genügen, da nach dieser Zeit die Gewichtsabnahme nur noch zehntel Prozent zu betragen pflegt, um welche sich der Glühverlust alsdann höher stellt.

Tabelle 5. Traßanalysen von Dr. Michaelis.

	I gelb	II blaugrau	III grau	IV blaugrau	V gelbgrau	VI blaugrau
Kieselsäure	60,345	60,087	59,707	59,333	59,540	59,172
Thonerde	19,414	19,425	20,852	20,777	20,250	20,462
Eisenoxyd	4,749	4,842	4,427	4,714	4,415	5,179
Manganoxyd	0,913	0,495	0,347	0,523	0,542	0,448
Kalkerde	2,177	2,236	1,775	1,954	2,136	2,783
Bittererde	1,604	1,749	1,297	1,958	1,334	1,985
Kali	5,447	4,433	4,961	4,687	4,791	4,669
Natron	4,271	6,031	5,989	5,501	5,709	4,931
Schwefelsäure	1,131	0,926	0,784	0,684	1,326	0,525
	100,051	100,224	100,139	100,131	100,043	100,154 %
An löslich freier hydratischer Kieselsäure durch Behandlung mit kohlensaurem Natron waren vorhanden	8,540	8,481	11,905	9,404	10,600	9,067
Glührückstände nach Behandlung mit Salzsäure	29,652	32,258	27,166	33,242	27,898	33,585

Hiernach herrscht in der Zusammensetzung der guten Tuffsteine eine sehr große Uebereinstimmung und ist die Grundmasse, abgesehen von den mechanischen Beimengungen, überall dieselbe.

Andere Chemiker finden größere Unterschiede in der Zusammensetzung, namentlich in Bezug auf die Löslichkeit der Trasse in konzentrirter Salzsäure, wie aus der Zusammenstellung in Tab. 6 ersichtlich ist.

Tabelle 6. Traßanalysen von verschiedenen Forschern.

		1	2	3	4	5	6	7
In Salzsäure löslich	Kieselsäure	11,50	5,15	29,5	31,0	14,5	10,6	8,2
	Thonerde, Eisenoxyd	29,47	19,35	9,0	16,6	13,1	9,7	9,5
	Kalk	3,15	1,25	6,5	3,0	3,5	3,6	4,3
	Magnesia	2,14	0,81	7,1	0,7	0,9	0,9	0,9
	Alkalien	2,72	5,69	6,4	10,0	2,4	2,7	2,8
	Wasser	7,65	12,65	12,6	7,7	2,8	5,5	6,1
In Salzsäure unlöslich	Kieselsäure	37,43	47,93	28,0	23,0	42,3	48,7	44,0
	Thonerde, Eisenoxyd	1,82	2,74	5,0	6,0	12,9	11,0	17,1
	Kalk	2,25	—	1,2	1,0	4,8	2,6	4,5
	Magnesia	0,27	0,50	—	—	1,3	1,0	1,6
	Alkalien	1,18	1,92	—	—	0,8	4,1	3,9
		42,95	53,09	34,2	30,0	62,1	67,4	71,1
Analytiker:		Elsner	Vohl	Rivot		Kyll		

		1	2
Kieselsäure, in verdünnter Kalilauge löslich		2,18	2,57
In Salzsäure löslich	Kieselsäure	0,12	0,18
	Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd	10,61	9,03
	Kalk	2,98	2,16
	Magnesia	1,20	1,32
Kieselsäure, nach der Zersetzung mit Salzsäure, in verdünnt. Kalilauge löslich		13,22	6,13
In Salzsäure unlöslich	Kieselsäure	49,54	59,85
	Thonerde, Eisenoxyd	8,56	11,40
	Kalk	1,71	1,78
	Magnesia	0,88	0,95
	Alkalien	6,01	2,93
		66,70	76,91
		Feichtinger	

Die in Tab. 6 enthaltenen Analysen dürfen mit denen von Dr. Michaelis nicht direkt verglichen werden, da ihnen ein anderer Arbeitsgang zu Grunde gelegt ist.

Traßanalysen, die in der Versuchsanstalt von dem Assistenten der Abtheilung für Baumaterialprüfung Dr. Berkhoff in ähnlicher Weise ausgeführt wurden, nur daß ausschließlich die salzsaure Lösung der Trasse analysirt wurde, während der in Salzsäure unlösliche Rückstand nicht weiter zerlegt, sondern nur auf sein Gesammtgewicht untersucht

ergaben wieder eine große Uebereinstimmung der chemischen Zusammensetzung der Trasse und erwiesen zugleich, wie aus der Zusammenstellung in Tab. 7 hervorgeht, daß der Bergtraß sich nur durch den geringen Gehalt an chemisch gebundenem Wasser auszeichnet, im übrigen aber nur wenig von der Zusammensetzung normaler Trasse abweicht.

Der Leucittuff hinterläßt einen größeren, in Salzsäure unlöslichen Rückstand und enthält geringere Mengen Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd und Alkalien, ähnelt aber sonst in der Zusammensetzung gutem Traß.

Bei dem Bergtraß ist der in Salzsäure unlösliche Rückstand in Wirklichkeit nicht größer als bei den normalen Traßsorten; die etwas höhere Prozentzahl ergiebt sich aus dem niedrigeren Hydratwassergehalt. Bei Annahme eines Hydratwassergehaltes von z. B. 10% statt 3% — wie gefunden — würde der unlösliche Rückstand 61,5 % betragen, dem Rückstand der anderen Proben also sehr nahe kommen.

Tabelle 7. **Traßanalysen der Versuchsanstalt.**

	I	II	III	IV Bergtraß	V Leucittuff
In konzentrirter Salzsäure unlöslicher Rückstand	60,38	62,78	65,12	66,33	72,81
Kieselerde (löslich)	0,30	0,18	0,16	0,22	0,25
Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd	16,05	17,85	18,36	18,05	14,54
Kalkerde	2,25	2,35	1,19	1,05	2,05
Magnesia	0,68	0,68	0,68	0,61	0,67
Schwefelsäure	Spur	Spur	—	Spur	Spur
Alkalien	9,21	5,83	8,53	10,75	4,61
Hydratwasser, Glühverlust der bei 70—80° getrockneten Proben	11,13	10,33	5,96	2,99	5,07 [1]

Das Aufschließen mit konzentrirter Salzsäure erfolgte bei allen Traßproben unter gan[illegible] gleichen Bedingungen und zwar durch einstündiges Erhitzen der zerstoßenen und durch ei[illegible]n 5000-Maschensieb gebrachten Proben auf siedendem Wasserbade.

Das vorherige Zerkleinern des Pulvers ist unbedingt erforderlich, da die Löslichkeit de[illegible]s gröberen Traßpulvers — unter sonst gleichen Bedingungen — etwas geringer ist, als die de[illegible]s mehlfeinen Pulvers, wie durch Versuche festgestellt wurde.

Weitere Versuche zur Ermittelung des Zusammenhanges der mechanischen Eigenschafte[illegible]n der Traßmörtel, insbesondere der Festigkeit, mit der wechselnden Zusammensetzung der Tra[illegible]sse (verschiedenem Gehalt an Hydratwasser, löslicher Kieselsäure, Alkalien ꝛc.), und zu einem[illegible] daraus zu bildenden Verfahren zur schnellen und sicheren Qualitätsbestimmung, sind noch nicht abgeschlossen. Diese Versuche sollen sich zunächst namentlich auf die Bestimmung der hydratischen Kieselsäure richten, die als der wirksame Bestandtheil des Trasses bei seiner Verwendung zu Mörtel anzusehen ist.

Das vorstehend Mitgetheilte stellt nur das Ergebniß von Erstlingsversuchen dar, die der Erweiterung und Vervollständigung bedürftig sind und an deren Ergänzung fortgesetzt gearbeitet wird.

Die Versuchsanstalt würde es mit besonderem Danke begrüßen, wenn sie in diesem Streben die Unterstützung der betheiligten Industrie fände. Jede Mittheilung über etwa anderweitig gemachte Beobachtungen würde willkommen sein.

[1]) Die hygroskopische Feuchtigkeit betrug 2,66 %.

2. Die quantitative Bestimmung des Paraffins in den hochsiedenden Destillationsprodukten des Rohpetroleums.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung Dr. Holde.

Zur quantitativen Bestimmung des Paraffins in Petroleumdestillaten ist eine Reihe von Methoden vorgeschlagen worden, welche indessen, wie jeder mit derartigen Untersuchungen Vertraute weiß, entweder überhaupt nicht den an sie zu stellenden Anforderungen genügen oder zur Erfüllung ihres Zweckes einer gründlichen Ausarbeitung bedürfen.

Mit der Aufgabe beschäftigt, in einem typischen Mineralmaschinenöl von voraussichtlich sehr geringem Paraffingehalt den letzteren zu bestimmen, hatte ich Gelegenheit, die erwähnten Methoden einer kritischen Untersuchung zu unterziehen und mir gleichzeitig auch über die neuerdings von Höland und Aisinman gemachten Vorschläge zur Paraffinbestimmung auf Grund vergleichender Versuche ein Urtheil zu bilden. Die gewonnenen Erfahrungen und der sich anschließende Vorschlag zu einer befriedigend genauen Ermittelung des Paraffingehaltes in den Mineralschmierölen seien im Nachstehenden mitgetheilt:

Das Verfahren von Pawlewski und Filemonowicz[1]) stützt sich auf die Löslichkeit von Mineralölen in Eisessig und die Schwerlöslichkeit des Paraffins in dieser Flüssigkeit. Nach der Vorschrift der Verfasser sollen 5—20 ccm Oel in 100—200 ccm Eisessig gelöst werden; das sich bei Zimmerwärme abscheidende Paraffin soll abfiltrirt und, mit Eisessig gewaschen, später gewogen werden.

Zwei zur Kontrole dieses Verfahrens mit Kahlbaumschem Eisessig (Schmelzpunkt 17 C°) in verschiedenen Verhältnissen geschüttelte helle Mineralschmieröle, nämlich ein dünnflüssiges schottisches Spindelöl a und ein mäßig dickflüssiges russisches schweres Maschinenöl b, zeigten nicht die erwarteten Löslichkeitsverhältnisse. Es setzten sich nämlich nach sehr langem starken Schütteln von je 0,6 ccm Oel mit 25 ccm Eisessig, ohne daß irgend welche Paraffinabscheidungen bemerkt werden konnten,

bei Oel a etwa 0,3 ccm Oel
„ „ b „ 0,3 „ „ ungelöst ab.

Thatsächlich wurde nach dem später zu beschreibenden Englerschen Verfahren in Oel a quantitativ ein erheblicher Gehalt (4 %), in Oel b 0,4 % Paraffin nachgewiesen. Selbst als 0,6 ccm von Oel b mit 45 ccm Eisessig geschüttelt wurden, setzten sich noch erhebliche Mengen Oel, aber kein Paraffin ab.

Fig. 1.

Pawlewski und Filemonowicz haben demnach offenbar ein zu eng begrenztes Versuchsmaterial, welches zufälligerweise den von ihnen angegebenen Löslichkeitsverhältnissen entsprach, in Händen gehabt; ihr Verfahren kann also auf allgemeine Verwendbarkeit zur Paraffinbestimmung in Mineralschmierölen keinen Anspruch erheben. Auch von einer Abänderung des Verfahrens, unter Beibehaltung seines Grundprinzips,

[1]) „Berichte der deutschen chem. Gesellschaft" 1888 21, S. 2973.

ist nach obigen Kontrolversuchen kein Erfolg zu erwarten, weil einerseits die Schwerlöslichkeit der hochsiedenden Oele in Eisessig die Anwendung kostspielig großer Mengen des Lösungsmittels veranlassen, andererseits schließlich ein erheblicher Theil des Paraffins in dem großen Quantum Eisessig gelöst würde.

Die beiden Verfahren von Engler-Böhm[1]) und Zaloziecki[2]) haben die Ausfällung des Paraffins durch Alkohol aus Lösungen der Oele gemeinsam.

Engler und Böhm nämlich lösen die Oele in möglichst wenig Aether und fällen das Paraffin bei starker Kälte durch Alkohol. Nach dem in der Kälte erfolgenden Filtriren des Paraffins soll im Filtrat nochmals Paraffin durch Alkohol gefällt werden; auch das auf dem Filter gebliebene Paraffin, welches mit Alkohol gewaschen werden soll, soll zur völligen Entfernung des anhaftenden Oeles nochmals gelöst und wiederholt mit Alkohol gefällt werden. Als Belegversuch führen die Verf. nur eine Paraffinbestimmung in einer künstlichen Mischung von 30 g Paraffinöl und 10 g Paraffin an, aus welcher sie 16,1 g Paraffin und nach nochmaliger Auflösung dieser Menge und Neufällung 9,1 g Paraffin erhielten. Die von den Verf. in Aussicht gestellten Versuche, die allgemeine Anwendbarkeit ihres Vorschlages zur Untersuchung verschiedener Mineralöle, insbesondere auch bei Gegenwart von Weichparaffinen zu prüfen, sind bisher, wie mir Herr Hofrath Engler freundlichst mittheilte, nicht fortgeführt worden. Mit Zustimmung des letztgenannten Autors habe ich daher, nach Anstellung einiger Vorversuche mit günstigem Erfolge, selbst die Fortsetzung der beabsichtigten Versuche übernommen.

Zaloziecki, welcher ebenso wie Höland[3]) das Englersche Verfahren als zu umständlich und zeitraubend erachtet, löst die Oele in dem fünffachen Volumen Amylalkohol und fällt das Paraffin bei 0 bis + 4 C° durch das gleiche Volumen Alkohol von 75° Tralles, indem er die Mischungen mehrere Stunden (je länger desto besser) an einem kalten Orte stehen läßt. Rohöle sollen mit dem Lösungsmittel wenigstens 12 Stunden stehen. Die von Z. angegebenen Löslichkeitsverhältnisse sind indessen, wie ich vor längerer Zeit bei Untersuchung des Mineralöls b und einiger anderer Proben bemerkte, und wie auch kürzlich Charitschkoff[4]) zeigte, nicht für alle Oele zutreffend und müssen je nach Art und Herkunft der Oele verändert werden. Auf diese nicht genug zu beachtende Thatsache hatte übrigens Zaloziecki selbst auf Grund weiterer Versuche schon vor Charitschkoff in einem an mich gerichteten Schreiben aufmerksam gemacht. Da unter diesen Umständen zur Bestimmung in paraffinarmen Oelen wenigstens 1 Liter des Zalozieckischen Lösungsmittel anzuwenden ist und hierbei nicht unerhebliche Paraffinmengen gelöst werden,[5]) welche durch weitere umständliche Korrekturen zu berücksichtigen sind, so erscheint das Verfahren wegen seiner Langwierigkeit, Kostspieligkeit und des lästigen Arbeitens mit großen Mengen Amylalkohol zur allgemeinen Verwendung nicht recht geeignet. Auch Höland kann sich mit dem Verfahren wegen des unangenehmen Arbeitens mit Amylalkohol nicht befreunden. Bei einem von mir in Angriff genommenen Versuch, das

[1]) „Dingl. polyt. Journ." 1886, 262, S. 473.

[2]) Ebendaselbst 1888, 267, S. 274.

[3]) „Chem.-Ztg." 1893. S. 1413, 1470, 1483.

[4]) „Chem.-Ztg." 1896. S. 563.

[5]) 1 Liter des Lösungsmittels löst 0,023 g Paraffin bei + 2 bis 4 C°. Diese Angabe bezieht sich aber nur auf Hartparaffin von 56° Schmelzpunkt, für weiche z. B. bis 35° schmelzende Paraffine dürfte die Löslichkeit noch bedeutend größer sein. Daß diese Annahme richtig ist, zeigen die Versuche Hölands, welchem es nicht gelang, Weichparaffine mit dem Zalozieckischen Lösungsmittel aus den Braunkohlentheerölen gänzlich zu entfernen.

Paraffin nach Zaloziecki in einem russischen Mineralöl zu bestimmen, ging die Filtration des abgeschiedenen Paraffins nur äußerst langsam von statten, während das aus ätherischer Lösung nach Engler gefällte Paraffin sich sehr schnell filtriren läßt.

Schließlich sei noch auf die Vorschläge Hölands und Aisinmans kurz eingegangen. Höland scheidet nach einem sorgfältig bearbeiteten Verfahren aus Braunkohlentheerölen, welche er in Alkohol löst, das Paraffin durch seine Schwerlöslichkeit in Alkohol bei niederer Temperatur ab und fordert auf, bei den Oelen der Petroleumindustrie ähnliche Versuche anzustellen[1]). Solche Versuche hat Aisinman insofern bereits eingeleitet[2]), als er die Löslichkeit verschiedener Destillate des Rohpetroleums, auch von schweren Maschinenölen, in Alkohol bestimmte. Hierbei hat sich gezeigt, daß einzelne Oele das 80fache Volumen Alkohol zur vollständigen Lösung beanspruchen. Es ist aber kaum zu zweifeln, daß Destillatcylinderöle, welche A. zu seinen Versuchen nicht herangezogen hat, ein noch bedeutend größeres Volumen Alkohol zur Lösung beanspruchen. (Welcher Alkohol zur Lösung benutzt ist, giebt Aisinman nicht an, man darf jedoch annehmen, daß absoluter Alkohol den Versuchen zu Grunde gelegt worden ist, denn von dem oben erwähnten Maschinenöl b löste sich z. B. beim Schütteln mit dem 75fachen Volumen 95 volum-prozentigen Alkohols ein ganz erheblicher Theil nicht auf.)

Aisinman hat nun beobachtet, daß paraffinhaltige Oele, in Alkohol gelöst, mehrfach beim Abkühlen schöne krystallinische Abscheidungen von Paraffin zeigten und hofft, ähnlich wie Höland, auf diese Erscheinung eine quantitative Methode zur Paraffinbestimmung gründen zu können. Weitere Mittheilungen über diesen Gegenstand sind inzwischen nicht von ihm veröffentlicht worden.

Zu den von mir angestellten Vorversuchen zur Prüfung des Aisinmanschen Vorschlages wurden die nachstehenden Oele benutzt.

Tabelle 1.

Zeichen des Oeles	Herkunft und Art des Oeles	Flüssigkeitsgrad nach Engler bei 20 C° (Wasser von 20 C° = 1)	Aufstieg im U-Rohr bei 50 mm Wasserdruck	Flammpunkt C°	Spezifisches Gewicht bei 20 C°	Sonstige Prüfungen
a	Spindelöl, gelb	11,1	bei + 2° im Reagensglas beginnende Trübung, fließend; bei 0° nicht fließend, dünnsalbig	184 (Pensky)	0,9089	reines Mineralöl
b	Schweres Maschinenöl, gelb	43,2	15 mm bei — 5° 0 mm bei — 8°	218 (Tiegel)	0,9016	desgl.
c	desgl.	41,1	11 mm bei — 12° 2 mm bei — 15°	182 (Pensky)	0,9057	desgl.

[1]) „Chem.-Ztg." 1893. S. 1483.

[2]) „Dingl. polyt. Journ." 1894, 294, S. 3. Unbegründet erscheint es, wie beiläufig bemerkt sein mag, daß Aisinman aus der von ihm ermittelten Löslichkeit der Mineralöle in überaus großen Mengen absoluten Alkohols die Unzulänglichkeit eines Harznachweises in derartigen Oelen mittelst 70prozentigen Alkohols folgert. Bekanntlich löst dieser Alkohol kolophonartige und sonstige helle Harze leicht, die eigentliche Oelsubstanz nur in Spuren auf. Zu der von Aisinman als unbegründet erwähnten Reklamation eines Bergwerks, welches ein Oel der Firma Albrecht u. Co. wegen seines hohen Harzgehalts, angezeigt durch Löslichkeit von 10% des Oeles in Alkohol, zurückwies, müßten zwecks Besprechung dieses Falles nähere Angaben bezüglich der Stärke des in Frage kommenden Alkohols noch gemacht werden.

Die vorstehenden Oele zeigten, mit Alkohol geschüttelt, bei Zimmerwärme und in Eis gestellt folgendes Verhalten:

Von Oel a lösen sich 0,6 ccm in 20 ccm Kahlbaumschen 99,8prozentigen Alkohols mit geringer öliger Trübung,

„ „ a „ „ 0,6 „ „ 25 „ Kahlbaumschen 99,8proz. Alkohols klar auf.

Diese Lösung zeigt nach mehrstündigem Stehen in Eis flockigen Paraffinniederschlag.

Zur Ausführung einer Paraffinbestimmung in diesem Oel wurden nun 2,38 g desselben in 150 ccm des gewöhnlichen absoluten Alkohols (98,5 Gewichtsprozente) von Schering gelöst (bei Anwendung von 140 ccm dieses Alkohols zeigten sich Spuren öliger Abscheidungen) und die Lösung in Eis gestellt. Als nach mehreren Stunden keine Vermehrung der Paraffinabscheidungen einzutreten schien, wurde der gelbliche Niederschlag auf einem durch Eis gekühlten Filter (siehe Fig. 2) gesammelt und nach völligem Ablaufen der Lösung mit gekühltem reinen Alkohol gewaschen. Hierbei zeigte sich ein die Entfernung des am Paraffin haftenden Oeles störendes klumpiges Zusammenballen des Niederschlages, so daß es selbst bei längerem Waschen nicht gelang, die intensiv gelbe, offenbar von Oeltheilchen herrührende Farbe des Niederschlages zu beseitigen.

Fig. 2.

Schließlich wurde der Niederschlag mit Benzol in eine Schale gespült, und hier zeigte sich nach Abdampfen des Benzols und Abkühlung der geschmolzenen Paraffinmasse auf Zimmerwärme, daß dieselbe zum Theil noch ölige Beschaffenheit besaß; es mußte daher ein erneutes Behandeln der Paraffinmasse mit Alkohol erfolgen, damit ein genügend reines Paraffin erzielt wurde. Zu diesem Zweck wurde die erhaltene Paraffinmasse mit so viel heißem Alkohol (40—50 ccm) in einem Cylinder durchgeschüttelt, bis das geschmolzene Paraffin genügend fein im Alkohol vertheilt war. Nach längerem Abkühlen der alkoholischen Flüssigkeit in Eis wurde der entstandene Niederschlag bei 0 bis 1° filtrirt und mit in Eis abgekühltem Alkohol gewaschen.

Das schließlich wieder in Benzol gelöste Paraffin zeigte nach Abdampfen des Benzols bei Zimmerwärme eine ölig bis weichparaffinartige Beschaffenheit. Die Wägung ergab einen Prozentgehalt an Paraffin von 3,3.

Eine zweite Bestimmung des Paraffins in dem gleichen Oele unter einmaliger Fällung des Paraffins durch Abkühlung des in 140 ccm 98,5prozentigem Alkohol gelösten Oeles (2,5 g) ergab 1,3 % Paraffin von ähnlicher Konsistenz wie das soeben beschriebene. Da spätere nach Engler ausgeführte Paraffinbestimmungen die Abscheidung von 4—4,5 % völlig ölfreiem Paraffin vom Schmelzpunkt 35—37 C° aus Oel a ermöglichten, so war es schon aus vorstehenden Versuchen einleuchtend, daß bei der Paraffinbestimmung mittelst bloßen Alkohols das zur Lösung des Oeles angewandte Alkoholquantum in erheblichen Mengen bei 0—1 C° Paraffin löst und daß das niedergeschlagene Paraffin nicht leicht ölfrei zu erhalten ist. Zur Erzielung genauer Löslichkeitszahlen wurden schließlich je 0,2 g Paraffin vom Schmelzpunkt 55—56 C° warm in je 100 ccm 98,5- bezw. 99,8prozentigem Alkohol gelöst und die Lösung dann 1—2 Stunden in Eis gestellt. Die ausgeschiedenen Paraffinkrystalle wurden in einem mit Eis abgekühlten Trichter bei 0—1° filtrirt und in je 90 ccm des Filtrats das gelöste Paraffin bestimmt. Es ergaben sich hierbei folgende Zahlen:

100 ccm 98,5proz. Alkohol lösen 0,029 g,
100 ccm 99,5proz. Alkohol lösen 0,031 g Paraffin.

Berücksichtigt man nun, daß zu einer annähernd genauen quantitativen Bestimmung des Paraffins im Oel a wenigstens 200—250 ccm Alkohol einschließlich Waschalkohol benutzt werden müssen und daß die Löslichkeit des Weichparaffins in Alkohol voraussichtlich noch bedeutend größer ist als diejenige des untersuchten Hartparaffins, so ist es ganz erklärlich, warum wesentlich geringere Mengen Paraffin bei der Abkühlung des in Alkohol gelösten Oeles gefällt wurden, als in Wirklichkeit in dem Oel vorhanden waren.

Von Oel b und ebenso von Oel c brauchten 0,4 ccm Oel 25 ccm 99,8prozentigen Alkohols (also noch weit mehr 98,5prozentigen Alkohol) zur klaren Lösung bei Zimmerwärme. Diese Lösungen, mit je 5 weiteren ccm 99,8prozentigem Alkohol versetzt, zeigten, in Eis gestellt, Spuren bezw. sehr geringe Mengen Paraffinabscheidungen.

Da beide Oele nur je 0,4 % Paraffin enthalten, so wären hiernach allein zur Auflösung von 15—20 g Oel, welche zu annähernd genauen Bestimmungen benützt werden müssen, je 1 bis $1\frac{1}{2}$ Liter absoluter Alkohol erforderlich. Unter diesen Umständen wurde die Weiterverfolgung der Vorschläge Hölands und Aisinmans verlassen und nur der Engler-Böhmsche Vorschlag einer umfassenden Prüfung unterzogen, da hiernach mit geringen und demnach weniger kostspieligen Lösungs- und Fällungsflüssigkeiten unter befriedigender Zuverlässigkeit gearbeitet werden kann.

Die Fällung des Paraffins soll nach Engler in dem in möglichst wenig Aether gelösten Oel durch absol. Alkohol in einer Kältemischung geschehen, wobei die Flüssigkeiten gehörig bis zum Eintritt krystallinischer Abscheidungen durchgerührt werden sollen. Die Anwendung von möglichst wenig Aether soll offenbar die Lösung irgendwie nennenswerther Mengen Paraffin verhindern.

Die Benutzung von Alkohol als Fällungsflüssigkeit setzt voraus, daß nur residuenfreie Destillate untersucht werden, da bekanntlich[1]) Alkohol aus der ätherischen Lösung residuenhaltiger Mineralöle einen erheblichen Theil der in den Residuen enthaltenen schwarzen Pech- und Asphaltstoffe fällt (die gleiche Einschränkung gilt für die Methoden von Zaloziecki, Pawlewski und Filemonowicz, welche ihre Verfahren auch für Destillationsrückstände benutzen wollen, da bei diesen Methoden entweder Alkohol oder der, Asphalt gleichfalls nicht lösende Eisessig zur Fällung benutzt wird). Auch muß darauf hingewiesen werden, daß durch den Alkohol nicht nur die gewöhnlichen Weich- und Hartparaffine, sondern auch die hochschmelzenden, als Erdwachs bezeichneten Paraffine mitgefällt werden.

Das zunächst zur Paraffinbestimmung nach Engler benutzte Mineralöl b erschien zur Ermittelung der Empfindlichkeit des Verfahrens darum geeignet, weil es erst gegen —8 C° erstarrte und demnach offenbar nur sehr wenig Paraffin enthalten konnte.

Nach mehreren qualitativen Vorversuchen wurden schließlich folgende Abscheidungsverhältnisse gewählt:

20 ccm Oel wurde in einem Erlenmeyerkolben in einer frisch bereiteten, — 15 bis — 20 C° zeigenden Kältemischung von Viehsalz und Eis in 40 ccm Aether klar gelöst und nach Zusatz von 15 ccm absol. Alkohol mit einem Thermometer stark verrührt. Sobald die sich bildenden flockig-krystallinischen Paraffinausscheidungen sich nicht zu vermehren schienen und die Lösung wenigstens — 14 bis — 15° zeigte, wurde dieselbe thunlichst schnell auf einer nach S. 211 Fig. 1 angeordneten Filtrirvorrichtung filtrirt und der Rest der Flüssigkeit und der Paraffinflocken im Kolben mit Alkohol-Aether (15 : 40) nach vorheriger Abkühlung des

[1]) „Mittheilungen" 1893. S. 261.

letzteren in der Kältemischung auf — 14 bis — 18 ° auf das Filter gespült. Das auf dem Filter im Trichter a gesammelte, nach wiederholtem Waschen mit stark gekühltem Alkohol-Aether schneeweiße Paraffin wurde mit dem Thermometer C wiederholt verrührt, um ein möglichst schnelles Abfließen der alkoholisch-ätherischen Oellösung zu bewirken. Das erste Filtrat (etwa 10—20 ccm) wurde bei einzelnen Versuchen nach nochmaliger starker Abkühlung auf — 14 bis — 15 C° auf das Filter gebracht, da zu Anfang der Versuche anscheinend geringe Mengen Paraffin durch das Filter gehen. Wenn schließlich bei völlig weißem Aussehen des auf dem Filter befindlichen Paraffins 4—5 ccm des Filtrats nach dem Verdampfen des Alkohol-Aethers auf dem Uhrglase höchstens Spuren eines bei Zimmerwärme vaseline- bis paraffinartigen, also nicht mehr rein öligen Rückstands hinterließen, wurde mit dem Auswaschen aufgehört.

Die in der beschriebenen Weise Ende Juni an sehr heißen Tagen ausgeführten Versuche, sowie diejenigen bei gleicher Witterung ausgeführten Versuche, bei denen die Abkühlung der Lösung bei der Fällung bezw. beim Filtriren nicht stark genug waren, sind nachstehend mitgetheilt. Die Ergebnisse der letztgenannten nicht zuverlässigen Versuche sind eingeklammert.

Tabelle 2.

Versuch Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wärmegrad C°									
1. bei der Fällung	—12 bis —15	—12 bis —15	—12 bis —15	etwa —15	etwa —15	etwa —15	—10 bis —5	—16 bis —20	—15 bis —10
2. bei der Auswaschung auf dem Filter	zu hoch (bis gegen 0)	etwa —15	zu hoch (bis gegen 0)	etwa —15	etwa —15	etwa —15	—10 bis 0	etwa —15	—16 bis —10
Gefundener Prozentgehalt an Paraffin	(0,14)	0,24	(0,09)	0,24	(0,22)	0,29	(0,13)	0,29	0,27

Nach vorstehender Zusammenstellung giebt das benutzte Verfahren bei unter annähernd gleichen Verhältnissen ausgeführten Wiederholungsversuchen gut übereinstimmende Werthe. Spätere an kühlen Septembertagen ausgeführte Bestimmungen, bei denen die Fällungs- und Filtrationswärme auf —17 bis —18 ° gehalten werden konnten, ergaben die Werthe

I II III IV

0,41 — 0,39 — 0,42 — 0,49 % Paraffin.

Eine Schmelzpunktbestimmung des unter II bestimmten Paraffins ergab 50—52 C°.

Bei der Bestimmung I waren die zur Lösung bezw. Fällung angewandten Mengen Aether und Alkohol wie bei den früheren Bestimmungen (Tab. 2) gewählt, bei II wurden 20 ccm Oel in 60 ccm Aether und 50 ccm absol. Alkohol gelöst, bei III und IV wurden je 10 ccm Oel in 55 ccm Alkohol-Aether (1 : 1) und 5 ccm Aether gelöst, und die Abscheidung des Paraffins durch Abkühlung dieser Lösungen vorgenommen. Sobald das abfiltrirte Paraffin nach dem Auswaschen mit Alkohol-Aether rein weiß erschien, wurde es mit Benzol in eine Schale gespült und nach dem Abdampfen des Benzols in möglichst wenig Aether (3 bis 4 ccm) gelöst und bei starker Kälte (— 15 bis — 17 C°) mit 4 ccm Alkohol gefällt. Das auf das Filter gebrachte Paraffin wurde alsdann so lange mit Alkohol-Aether (4 : 3) gewaschen, bis das Filtrat nach dem Verdampfen des Lösungsmittels und Abkühlung auf Zimmerwärme keinen öligen Rückstand mehr hinterließ. Auf diese Weise konnten die dem zuerst gefällten Paraffin noch anhaftenden Oeltheilchen leicht entfernt werden. Trotz der verschiedenartig

gewählten Lösungsverhältnisse zeigten die an verschiedenen Tagen im September ausgeführten Versuche befriedigende Uebereinstimmung. Auch die späteren Versuche mit anderen Oelen, über welche weiter unten berichtet werden wird, zeigten, daß man bei Wiederholungsversuchen mit je gleichen Oelen zu befriedigend übereinstimmenden Zahlen bei wechselnden Mengen Lösungs- und Fällungsflüssigkeit kommt, wenn nur der Alkoholzusatz so hoch bemessen ist, daß bei der Fällungswärme auf weiteren Alkoholzusatz ölige Abscheidungen eintreten würden. Nach letzterem Grundsatz sind bei den verschiedenartigen weiterhin untersuchten Oelen die Mengen Lösungs- und Fällungsmittel gewählt worden.

In wie weit die 0,1 bis 0,25 % betragenden Differenzen in den im September mit Oel a ausgeführten Versuchen gegenüber den früheren Versuchen in die Fehler der Methode fallen, wird weiterhin gezeigt werden.

Zu den weiteren Versuchen wurden die folgenden Oele benutzt:

1. Das paraffinarme russische Oel c (Tab. 1).
2. Dasselbe Oel mit einem künstlichen, 1,67 % betragenden Zusatz von gewöhnlichem bei 55—56 ° schmelzendem Paraffin. Das Oel war bei + 20 C° klar, trübte sich bei + 12 C°, erstarrte bei + 8 C°.
3. Ein fast völlig paraffinfreies wasserklares sogenanntes Paraffinöl d, welches bei — 20 ° noch flüssig und ziemlich klar blieb, bei 20 ° den Flüssigkeitsgrad 5,7 nach Engler (Wasser von 20 C° = 1), das spezifische Gewicht von 0,8661 und den Flammpunkt 158 C° (Pensky) zeigte.
4. Eine Mischung von vorstehendem Oel d mit 3 % Hartparaffin (55 bis 56 ° Schmelzpunkt), welche bei + 22 C° klar blieb, bei + 15 C° sich aber unter Paraffinabscheidung trübte und bei + 8 C° erstarrte.
5. Das amerikanische Mineralöl a, welches bei einem qualitativen Vorversuch sich als reich an Weichparaffinen zeigte. Als nämlich nach Abkühlung einer Lösung von 5 ccm des Oels in 15 ccm Alkohol-Aethermischung (4 Theile Aether auf 1,5 Th. Alkohol) auf — 16 C° das in großer Menge abgeschiedene Paraffin bei — 16 bis — 11 C° gewaschen wurde, zeigte der Niederschlag auf dem Filter eine sehr bedenkliche schnelle Abnahme seines Volumens, und das Filtrat gab nach dem weiteren Abkühlen starke Paraffinabscheidungen. Das Gewicht des mit heißem Benzol in eine Schale gespülten Niederschlages ergab nur 1 % Paraffin, — während die späteren mit alkoholreicheren Lösungsmitteln unter — 15 C° erhaltenen Fällungen 4—4½ % Weichparaffin von 34—38 ° Schmelzpunkt ergaben.

In der nachstehenden Tab. 3 sind nun die bei den vorgenannten Oelen erzielten Ergebnisse unter Hervorhebung der wichtigsten in Frage kommenden Versuchsbedingungen, soweit dieselben aufgezeichnet wurden, zusammengestellt.

Die zur Erzielung thunlichst vollständiger aber ölfreier Paraffinabscheidungen erforderlichen Verhältnisse von Alkohol zu Aether im Lösungsmittel wurden, wie oben bereits angedeutet, für jedes Oel der jeweiligen Löslichkeit bei Zimmerwärme entsprechend so gewählt, daß bei der Fällungstemperatur sich nur Paraffinkrystalle in der im Uebrigen klaren Flüssigkeit zeigten und auf weiteren Zusatz von Alkohol sich Oeltröpfchen ausschieden. Bei denjenigen Versuchen, wo sich das Paraffin nach einmaliger Fällung auf dem Filter nur langsam durch Auswaschen von Oel befreien ließ, insbesondere bei dem an Weichparaffinen reichen Oel, wurde dasselbe nochmals in wenig (4—5 ccm) Aether gelöst und mit 10—12 ccm Alkohol

gefällt und filtrirt. Zur Wägung wurde das filtrirte und gewaschene Paraffin stets mit heißem Benzol in eine tarirte Glasschale gespült.

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß man bei der vorgeschriebenen Art der Versuchsausführung nach dem Engler-Böhmschen Vorschlage zu brauchbaren Zahlen in Bezug auf den Paraffingehalt der hochsiedenden Erdöldestillate bei mannigfachen Oelmaterialien gelangt, insofern als Wiederholungsversuche mit je gleichen Oelproben, von ganz vereinzelten Ausnahmen abgesehen, um höchstens $\pm$ 0,23 % vom gefundenen Mittelwerth bezw. wirklichen Paraffingehalt abweichende Werthe ergeben. Unter 28 Versuchen mit verschiedenen Oelmaterialien finden sich nur zwei Versuche, bei denen die Fehlergrenze von $\pm$ 0,23 um $0{,}\overline{32}$ bezw. 0,14 überschritten wird.

Die bei sämmtlichen vorstehenden Versuchen abgeschiedenen Paraffine bildeten im feuchten Zustande nach gehöriger Auswaschung auf dem Filter schneeweiße Masse.

Die Versuche 4 bei Oel 1 und 8 bei Oel 2 hat Herr Assistent Dr. Schwarz nach der folgenden Vorschrift, welche ich zur allgemeinen Anwendung empfehlen möchte, zur Kontrole der übrigen vom Verfasser ausgeführten Versuche durchgeführt:

> Von paraffinarmen Oelen (russische Destillatöle ꝛc., welche unter $-5\,C^0$ erstarren) werden 10—20 ccm, von paraffinreichen Oelen (amerikanische, schottische, galizische, welche nahe bei 0^0 oder über 0^0 erstarren), 5 g in einem Gemisch von 1 Th. 98,5prozentigen Alkohol und 1 Th. Aether in einem Erlenmeyerkolben von 150—200 ccm Inhalt bei Zimmerwärme bis zur völlig klaren Lösung aufgelöst. Die Lösung wird hierauf in einer bereit gehaltenen Kältemischung aus Viehsalz und Eis auf etwa $-18\,C^0$ bis $-20\,C^0$ abgekühlt, und allmählich soviel von der Alkohol-Aethermischung unter starkem Schwenken und Umrühren mit einem Thermometer hinzugefügt, bis die Abscheidungen von Oeltröpfchen eben völlig verschwunden sind und nur Paraffinflocken bezw. Krystalle in der Flüssigkeit bemerkbar sind. Die noch auf wenigstens -17 bis $-18\,C^0$ gehaltene Flüssigkeit wird alsdann auf ein Filter von 9 cm Durchmesser gebracht, welches bereits vorher mittelst der Anordnung (Fig. 1) durch eine Kältemischung stark abgekühlt und mit einigen ccm eines gleichfalls auf $18—20\,C^0$ abgekühlten Gemisches von Alkohol-Aether (1 : 1) durchgespült wurde. Die Wärme der Flüssigkeit bezw. des Paraffins im Filter muß während der ganzen Filtration wie beim Auswaschen, welches mit auf $18—20\,C^0$ abgekühlten Alkohol-Aether (1 : 1, bei weichparaffinhaltigen Oelen 2 : 1) erfolgt, möglichst tief unter $-15\,C^0$ gehalten werden. Bei solchen Oelen, welche nur harte und mittelharte Paraffine (über $50\,C^0$ schmelzend) enthalten, ist ein Steigen der Wärme beim Filtriren auf $-15\,C^0$ ja auf $-12\,C^0$ nicht von erheblicher Bedeutung. Bei weichparaffinhaltigen Oelen darf aber die Wärme während der ganzen Dauer der Filtration nicht über $-15\,C^0$ gehen und muß durchschnittlich wenigstens $-17\,C^0$ betragen.[1]) Mit dem Auswaschen, welches unter mehrfachem Verrühren

[1]) Ob ein Weichparaffin enthaltendes Oel vorliegt, entscheidet die Schmelzpunktbestimmung resp. die Konsistenz des bei der ersten Bestimmung abgeschiedenen Paraffins. Diese Bestimmung, welche nur als Vorversuch gilt, muß durch einen zweiten unter den oben angegebenen Vorsichtsmaßregeln kontrolirt werden.

der Filtermasse zu erfolgen hat, wird aufgehört, sobald etwa 5—10 ccm der Auswaschflüssigkeit nach dem Verdampfen des Lösungsmittels in einer kleinen Glasschale und Abkühlung der letzteren auf Zimmerwärme höchstens einen geringen Fetthauch oder einen sehr geringen weichparaffinartigen aber nicht öligen Rückstand hinterlassen. Ueber diesen Punkt hinaus darf nicht ausgewaschen werden, damit die Auflösung auch von nur geringen Mengen Paraffin thunlichst vermieden wird. Bestehen Zweifel, ob das abgeschiedene Paraffin gänzlich ölfrei ist, oder ist das abgeschiedene Paraffin zu langsam nach der erstmaligen Fällung von Oel durch Auswaschung zu befreien, so wird das Filter mit Paraffin und Thermometer auf einen bereit gehaltenen zweiten Trichter gebracht, das Paraffin wird hier mit heißem Benzol in eine Schale übergeführt, nach Verdampfung des Benzols mit 4—5 ccm erwärmten Aether in ein Reagensglas von 20 mm Weite gespült und in diesem mit dem doppelten Volumen absol. Alkohol unter lebhaftem Umrühren bei etwa — 18 C° gefällt. Das so abgeschiedene Paraffin wird in der oben beschriebenen Weise filtrirt und nur so lange gewaschen, bis es eben vollständig von Oel befreit ist. Diese wiederholte Fällung des Paraffins ist auch bei denjenigen Oelen erforderlich, welche wie z. B. Oel 5 (Tab. 3), viel Weichparaffine enthalten. Das im zuerst gefällten Paraffin enthaltene Oel erfordert zur vollständigen Auswaschung soviel Alkohol-Aether, daß erhebliche Mengen des Weichparaffins gelöst werden. Die ersten Niederschläge werden daher nochmals gelöst, sobald die Auswaschung beim Verdampfen der Flüssigkeit einen bei Zimmerwärme öligen bis paraffinartigen Rückstand hinterläßt, d. h. gewöhnlich nach der ersten bis zweiten Nachwaschung des Filters.

Das völlig ölfreie Paraffin wird mit heißem Benzol in eine mit Glasstab tarirte Glasschale von etwa 10 cm Weite gespült. Die Schale wird auf dem Wasserbade bis zum Verschwinden des Benzolgeruchs mäßig stark erhitzt und dann nach $^1/_4$stündiger Trocknung im Trockenschrank bei etwa 105 C° und nachfolgender Abkühlung gewogen.

Längeres Erhitzen der Schalen im Trockenschrank sowie auf dem Wasserbade, als eben zur Entfernung von Benzol und anhaftender Feuchtigkeit erforderlich ist, ist zu vermeiden, da sonst leicht etwas Paraffin verdampfen kann. [1])

Die Einwände Hólands und Zaloziecks, daß das Verfahren zu zeitraubend ist, kann ich nicht theilen. Die obigen Einzelbestimmungen des Paraffins nach Engler-Böhm nahmen die Zeit des Versuchsausführenden je 1—$1^1/_2$ Stunden in Anspruch.

Wenn es nach vorstehenden Mittheilungen nunmehr auch gelingt, das Paraffin mit einer für technische Zwecke völlig ausreichenden Genauigkeit in ganz kurzer Zeit in den hochsiedenden Petroleumdestillaten zu bestimmen, so zweifle ich nach den vorliegenden Erfahrungen nicht, daß sich die Fehlergrenzen des Verfahrens bei längerer Bekanntschaft mit der Ausübung der Methode noch weiter werden einengen lassen. Beispielsweise kamen die gefundenen Werthe für den Paraffingehalt bei Oel 4 (Tab. 3) dem theoretischen Werthe bei jeder folgenden Bestimmung immer näher als bei der vorangegangenen. Eine Hauptbedingung bei Ausführung der Versuche, d. i. eine gleichbleibend starke Abkühlung, dürfte sich z. B. noch

[1]) Sollten sich noch weitere Präcisirungen vorstehender Vorschrift im Laufe der Zeit als nöthig erweisen, so werden sie später an dieser Stelle veröffentlicht werden.

Tabelle 3. Uebersicht über Paraffinbestimmungen in Mineralschmierölen.

NB. Wo keine besonderen Angaben über die angewandten Mengen Lösungs- und Fällungsflüssigkeit, sowie über die bei der Lösung und Fällung vorherrschenden Wärmen gemacht sind, waren die Flüssigkeitsmengen in den oben beschriebenen Verhältnissen zum Oel zugesetzt und die Wärme thunlichst unter — 15 C° bis — 20 C° gehalten worden.

Nr. des Oeles	Art des Oeles	Versuchs-Nr.	Angewandte Oelmenge	Gelöst in ccm Alkohol-Aether	Verhältniß von Alkohol zu Aether: in der Lösungsflüssigkeit	Verhältniß von Alkohol zu Aether: in der Waschflüssigkeit	Wärme C°: bei der Fällung	Wärme C°: beim Filtriren	Konsistenz und Menge des letzten Auswaschrückstandes nach Vertreibung von Alkohol-Aether	Zahl der wiederholten Fällungen nach Auflösung des zuerst gefällten Paraffins	Gefundener Prozent-Gehalt an Paraffin	Konsistenz bezw. Schmelzpunkt des abgeschiedenen Paraffins	Sonstige Beobachtungen und Bemerkungen
1 = c in Tab. 1	Russisches, bräunlich-gelbes Maschinenöl, paraffinarm	1	10 ccm	60	2,7:3,2	1:1 und 4:3	—	—	Hauch	1	0,40	mittelhart	Das zuerst Paraffin wurde der zweiten Fällung etwa 4 ccm Aether gelöst und mit 5 Alkohol gefällt, gewaschen mit Alkohol (4 : 3).
		2	10 ccm	60	2,7:3,2	1:1 und 4:3	—	—	Hauch	1	0,28		
		3	10 ccm	60	2,7:3,2	1:1 und 4:3	—	—	Hauch	1	0,33		
		4	10 g	80	1:1	1:1	—	—	—	0	0,34		
2	Oel 1 mit einem künstlichen Zusatz von 1,67 % Paraffin; Schmelzpunkt 54—55 C°, Gesammtparaffingehalt 2,01 %	1	5 ccm	—	—	—	—	—	Hauch	0 1	1,90	hart	—
		2	5 ccm	40	1:1	1:2 und 1:3	—	—	Hauch	0	(2,25)		
		3	4 ccm	22	1:1	—	—15 bis —17	—15 bis —18	Hauch	1	1,77	hart	Das zuerst Paraffin wurde der zweiten Fällung 5 Th. Aether gegeben bei — 20° mit Alkohol gefällt.
		4	4 ccm	22	1:1	—	—15	—13 bis —15	Hauch	1	1,77		
		5	5 ccm	55	1:1	—	—15	—17 bis —20	Hauch	1	(1,45)		Offenbar Alkohol-Aether Lösung benutzt.
		6	5 ccm	27,5	1:1	—	—	—	Hauch	—	1,90		
		7	5,12 g	27,5	1:1	—	—	—	Hauch	—	1,85		
		8	10	—	1:1	1:1	—	—	Hauch	0	2,05 [1])	hart	[1]) Bei noch Auflösung des fins und Re wurden nur Paraffin gefun
3	Farbloses Paraffinöl	1	5 ccm	80	2:1	—	—17	—	—	—	Spuren	—	Bei Zimme löst sich das 40 ccm Alkohol klar auf, bei erst in 80 ccm.
4	Oel 4 mit 3 % Paraffin, Schmelzpunkt 54—55 C°, bei +22 C° klar, bei +15 C° trübe	1	5 g	40 [2])	2:1	2:1	—16 bis —17	—16 bis —17	Hauch	1	2,83	53,5 bis 55	[2]) Bereits b merwärme zei weißer, flockiger schlag.
		2	5 g	75	2:1	2:1	—17	—17	Hauch	0	2,89	hart	
		3	5 g	75	2:1	2:1	—17	—17 bis —12	Hauch	0	2,90		
		4	5	20	1:1	1:1	—17	—15 bis —16	Paraffinhauch	0	2,96		

Fortsetzung von Tabelle 3.

Art des Oeles	Versuchs-Nr.	Angewandte Oelmenge	Gelöst in ccm Alkohol-Aether	Verhältniß von Alkohol zu Aether: in der Lösungsflüssigkeit	Verhältniß von Alkohol zu Aether: in der Waschflüssigkeit	Wärme C°: bei der Fällung	Wärme C°: beim Filtriren	Konsistenz und Menge des letzten Auswaschrückstandes nach Vertreibung von Alkohol-Aether	Zahl der wiederholten Fällungen nach Auflösung des zuerst gefällten Paraffins	Gefundener Prozent-Gehalt an Paraffin	Konsistenz bezw. Schmelzpunkt des abgeschiedenen Paraffins C°	Sonstige Beobachtungen und Bemerkungen
Amerikanisches leichtflüssiges Mineralöl a	1	5 ccm	27,5	1:1	—	—	—	gering weichparaffinartig	1	3,86	38—40	—
	2	5 g	27,5	1:1	—	—	—	desgl.	2	4,13	weichparaffinartig	
	3	5 g	37	2:1	2:1	—15 bis —17	—	desgl.	1	4,28 [1]	35—39	[1]) Das Paraffin der ersten Fällung, dessen Auswaschflüssigkeit zuletzt einen öligen bis weichparaffinartigen Rückstand gab, schmolz bei 32—36,5° und betrug 5,01 %.
	4	5 g	44	2:1	2:1	—19	—19	desgl.	1	4,51	34—36	
	5	5 g	40	2:1	2:1	—17 bis —18	—17 bis —18	desgl.	2	4,36 [2]	weichparaffinartig	[2]) Das Paraffin der ersten Fällung, dessen Auswaschflüssigkeit zuletzt einen öligen bis weichparaffinartigen Rückstand gab, hatte bei Zimmerwärme eine schmalzartige bis in dünner Schicht ölige Konsistenz.

zweckentsprechender mit der für spätere Versuche in Aussicht genommenen, in Fig. 2 skizzirten Anordnung erfüllen lassen. Bei dieser von Herrn Normann vorgeschlagenen Vorrichtung kann die Fällung des Paraffins direkt im Trichter a vorgenommen werden.

Ueberblickt man die Beziehungen zwischen den Paraffinmengen in den verschiedenen untersuchten Oelen zu den sonstigen Eigenschaften der Oele und ihrer Herkunft, so zeigt sich, daß sich in den zwischen —8 und —12 erstarrenden russischen Maschinenölen für schweren Betrieb immerhin geringe Mengen mittelharten Paraffins finden. Ein Gehalt von $1^1/_2$ % Hartparaffin in einem derartigen Oel bewirkt bereits bei + 12 C° Trübwerden des Oels und bei 0° völliges Erstarren. Ein Gehalt von 3 % Hartparaffin bewirkt bereits in einem sonst bei —20 C° noch leichtflüssigen Paraffinöl, bei + 15 C° Trübung, bei 0° völliges Starrwerden. Bei dem amerikanischen Oel bewirken die darin enthaltenen 4,3 % Weichparaffine erst bei + 2° schwache Trübung und bei 0° Erstarren. In wie weit verschiedene amerikanische Oele und als paraffinhaltig bekannte Destillatöle anderer Herkunft Weich- und Hartparaffine enthalten, und in welcher Beziehung die vorhandenen Paraffine zum Erstarrungsvermögen dieser Oele stehen, wird später untersucht werden.

Neuere Kontrolversuche von Dr. Schwarz zu obigen Untersuchungen (Tab. 3) ergaben

für das Oel 1 den Prozentgehalt an Paraffin 0,43
" " " 2 " " " " " 1,94
" " " 4 " " " " " 3,3 — 2,68 — 2,83 — 2,64
" " " 5 " " " " " 4,03 — 3,63,

so daß man hiernach als äußerste Fehlergrenze für Versuche verschiedener Beobachter bei Oelen mit Hartparaffingehalt ± 0,36, für solche mit Weichparaffingehalt ± 0,44 %, bezogen auf die angewandte Oelmenge annehmen kann; in der Regel wird indessen der Fehler der Bestimmungen, wie obige Versuche zeigen, ± 0,23 bei Oelen der erstgenannten Art, und ± 0,33 % bei Oelen letztgenannter Art nicht überschreiten.

3. Eisen-Nickel-Legirungen.

Auszug aus den Berichten des vom Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes eingesetzten „Sonderausschusses für Eisen-Legirungen".

Vom Assistenten E. Rasch.

Der vom „Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes" im Jahre 1891 gewählte Sonderausschuß für Eisen-Legirungen — dessen Thätigkeit sich vor der Hand auf die Prüfung des Reinnickels und der Eisen-Nickel-Legirungen erstreckt — hat bis jetzt vier Berichte veröffentlicht.

Der erste Bericht (Verhandlungen des „Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes" 1892, Seite 52) giebt eine umfassende Zusammenstellung der neueren Untersuchungen über Nickel und Nickeleisen von dem Vorsitzenden des Sonderausschusses, dem Geh. Bergrath Prof. Dr. H. Wedding. Ein Auszug aus dieser Arbeit ist unthunlich; es wird daher auf das Original verwiesen. In den Verhandlungen 1892 Seite 73 veröffentlicht Dr. H. Wedding sodann den von dem Ausschuß aufgestellten — späterhin zum Theil geänderten — Arbeitsplan.

Der dritte Bericht (Verhandlungen des „Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes" 1894, Seite 125) bringt die Ergebnisse der Vorversuche, die zunächst die wichtigsten physikalischen und mechanisch-technischen Eigenschaften des Reinnickels zu bestimmen hatten.

In der nachstehenden Tabelle sind in gedrängter Uebersicht die Versuchsergebnisse mitgetheilt, welche die Prüfung von Nickelstäben ergab, welche auf der Hütte von Basse & Selve in Altena in Gegenwart des Geh. Bergrath Prof. Dr. H. Wedding und des Dr. Frank gegossen, bezw. gegossen und geschmiedet waren.

Hinzugefügt möge noch werden, daß die angeführten Mittelwerthe Versuchsergebnissen entstammen, die mit Proben gleicher Herstellungsart und Bearbeitung gewonnen wurden. Die chemische Zusammensetzung und die Art der Herstellung des Nickelmaterials ist ohne Weiteres aus der Tabelle ersichtlich.

Tabelle 1. **Festigkeitseigenschaften, elektrischer Widerstand und Ausdehnungskoeffizient des Reinnickels.**[1]) (Mittelwerthe.)

Art des Probestückes	Nr.	Bemerkungen über die Herstellung	Chemische Zusammensetzung: Nickel	Kobalt	Eisen	Silicium	Magnesium	Mangan	Spannung an der Streckgrenze kg/qmm	Spannung an der Bruchgrenze kg/qmm	Dehnung in % bezogen auf eine Meßlänge = 11,3 $\sqrt{f}$	Widerstand in Mikrohm für 1 cm Länge und 1 qcm Querschnitt	Ausdehnungskoeffizient in Mikron für 1 m und Grad Celsius
Gegossen	1	ohne Mn-Zusatz hergestellt	98,24	1,09	0,36	0,06	0,11	—	6,2	19,0	2,7	9,5	$12{,}66 \pm 0{,}01 + (0{,}10 \pm 0{,}002)\,t$
	2		97,76	1,33	0,60	0,10	0,11	—	5,8	9,5	1,3	10,0	$12{,}62 \pm 0{,}03 + (0{,}10 \pm 0{,}002)\,t$
	3		98,78	1,04	0,32	0,07	0,12	—	4,5	15,0	7,1	10,25	$12{,}66 \pm 0{,}03 + (0{,}10 \pm 0{,}002)\,t$
	Mittel		98,13	1,15	0,43	0,08	0,11	—	5,5	14,5	3,7	9,91	$12{,}65 \pm 0{,}009 + (0{,}10 \pm 0{,}002)\,t$
	4	mit Mn-Zusatz hergestellt	97,12	1,02	0,34	0,07	0,10	1,23	7,0	28,7	14,4	11,5	$12{,}65 \pm 0{,}01 + (0{,}10 \pm 0{,}002)\,t$
Geschmiedet	1	ohne Mn-Zusatz hergestellt	98,25	1,09	0,35	0,06	0,13	—	29,0	45,8	15,8	9,5	$12{,}65 \pm 0{,}04 + (0{,}0085 \pm 0{,}0035)\,t$
	2		97,82	1,30	0,52	0,09	0,11	—	24,2	43,4	19,6	9,9	$12{,}66 \pm 0{,}02 + (0{,}0085 \pm 0{,}0035)\,t$
	3		98,19	1,20	0,27	0,08	0,13	—	31,1	50,0	17,2	10,1	$12{,}69 \pm 0{,}03 + (0{,}0085 \pm 0{,}0035)\,t$
	5		98,35	1,06	0,34	0,08	0,12	—	31,4	46,9	16,6	10,0	$12{,}67 \pm 0{,}03 + (0{,}0085 \pm 0{,}0035)\,t$
	Mittel		98,15	1,18	0,37	0,08	0,12	—	28,9	46,5	17,3	9,9	$12{,}67 \pm 0{,}007 + (0{,}0085 \pm 0{,}0035)\,t$
	4	mit Mn-Zusatz hergestellt	97,07	1,11	0,38	0,07	0,12	1,22	34,5	48,5	15,5	11,5	$12{,}68 \pm 0{,}03 + (0{,}0085 \pm 0{,}0035)\,t$

[1]) Die physikalischen Untersuchungen sind in der Physikalisch-technischen Reichs-Anstalt, die Zerreißversuche in der Kgl. mechanisch-technischen Versuchs-Anstalt, die chemischen Analysen von den Herren Prof. Dr. von Knorre und Dr. Pufahl ausgeführt.

Aus den Ergebnissen ging hervor, daß der Manganzusatz von bedeutendem Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften des Nickels ist; daher wurde in der Folge davon Abstand genommen, das von Basse & Selve mit Manganzusatz hergestellte Nickel als Zusatzmaterial für die Eisen-Nickel-Legirungen zu benutzen.

Der vierte Bericht, erstattet von Prof. M. Rudeloff (s. Verhandlungen des Ver. zur Beförd. d. Gewerbefl. 1896 Seite 65) umfaßt die Untersuchungen von Eisen-Nickel-Legirungen im gegossenen Zustand. Als Muttermaterial für diese Legirungen wurde Kruppsches, nahezu chemisch reines Eisen, als Zusatzmaterial das von Basse & Selve ohne Manganzusatz hergestellte Reinnickel verwandt. Die chemische Analyse weist — wie aus Tab. 2 hervorgeht — in beiden Metallen nur geringfügige Verunreinigungen nach.

Tabelle 2. **Analyse des zu den Legirungen verwandten Eisens und Nickels.**

Material	Gehalt in %											Bemerkungen
	Ni	Fe	Co	Cu	Si	SiO_2	C	S	Mn	Ni u. Co	P	
Nickel . .	98,21	0,25	1,19	0,07	—	0,24	Spuren		—	—	—	Alkalien, Kalk und Thonerde in Spuren
Eisen . .	—	99,710	—	0,068	0,013	—	0,070	0,013	0,079	0,039	0,007	—

Die Güsse der Legirungen erfolgten auf dem Hüttenwerk von Basse & Selve in der Weise, daß je nach der Legirung entsprechende Gewichtsantheile Eisen und Nickel in Graphittiegeln mit Thonfütterung erhitzt wurden, bis die Legirung „dünn und ruhig floß". Dem reinen Eisen bezw. den Fe-reichen Legirungen wurde — wenige Sekunden vor dem Guß — ein Zusatz von 20 g Aluminium, dem Reinnickel, sowie den nickelreichen Eisenlegirungen ein Zusatz von 20 g Magnesium auf 20 kg Legirung beigegeben, da ohne diese Zuschläge die eisenreichen Güsse nur Schalen, die nickelreichen dagegen einen schwammartigen Guß geliefert hatten.

Der Guß erfolgte in stehenden, mit Thon ausgestrichenen Eisenformen (Fig. 1) von etwa sechsfachem Gewicht des zu erzeugenden Gußblockes. Die ersten Gußversuche mit leichteren Formen von größerer Höhe und geringerer Weite, welche mit Kreide ausgestrichen waren, hatten ungünstige Ergebnisse geliefert und erforderten Neugüsse der Legirungen in den starkwandigen, weiten Formen von Basse & Selve.

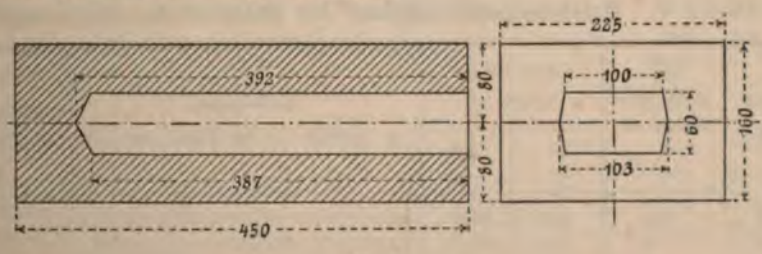


Fig. 1.

Beabsichtigt war es, je drei Blöcke mit 13 verschiedenen Nickelgehalten herzustellen. Inwieweit der durch die chemische Analyse festgestellte Nickelgehalt mit dem vorgeschriebenen übereinstimmt, geht unmittelbar aus den in Tab. 3 zusammengestellten Mittelwerthen hervor.

Tabelle 3. **Vorgeschriebener Nickelgehalt und Befund der chemischen Analysen.**
(Mittelwerthe.)

Nr. der Blöcke	Vorgeschriebener Gehalt an Ni %	Mittlere Zusammensetzung in % (v. Knorre und Pufahl)									Bemerkungen
		Eisen	Nickel	Kobalt	Kupfer	Mangan	Magnesium	Aluminium	Silicium	Schwefel	
1—3	0,0	99,59	0,05	0,01	0,06	(0,05)*	0,01	0,06	0,04	0,02	* Block Nr. 1 hat einen ungewöhnlich hohen Mangangehalt (im Mittel: 0,225 %). Die Werthe für Block 1 sind daher sowohl bei der chemischen Analyse als auch bei den Festigkeitsversuchen von der Mittelbildung ausgeschlossen.
4—5	0,5	98,98	0,76	0,04	0,07	0,06	0,01	0,02	0,03	0,02	
7—9	1,0	98,75	1,01	0,02	0,04	0,05	0,02	0,05	0,04	0,02	
10—12	2,0	97,72	2,05	0,05	0,06	0,03	0,02	0,03	0,06	0,02	
13—15	3	96,63	3,00	0,06	0,07	0,03	0,03	0,03	0,06	0,02	
16—18	4	95,81	3,98	0,07	0,06	0,02	0,03	0,04	0,05	0,02	
19—21	5	94,81	4,92	0,09	0,07	Spur	0,02	0,05	0,05	0,02	
22—24	8	91,89	7,84	0,11	0,06	Spur	0,02	0,07	0,04	0,02	
25 u. 27	16	84,12	15,59	0,13	0,06	Spur	0,01	0,07	0,05	0,02	
28—30	30	69,74	29,77	0,28	0,05	(0,02)	Spur	0,03	0,05	0,02	
31—33	60	39,69	59,60	0,49	0,10	—	0,07	—	0,06	0,01	
34—36	95	5,15	93,68	0,98	0,08	Spur	0,09	—	0,08	Spur	
37—39	100	0,33	98,39	1,03	0,07	—	0,12	—	0,10	Spur	

Parallel-Analysen zwischen Material, das dem Innern und der Oberfläche der Blöcke entnommen war, ergaben gute Uebereinstimmung. Eine nennenswerthe Aenderung der Zusammensetzung, insbesondere des Siliciumgehaltes der Legirungen war also durch das Ausstreichen der Gußformen mit Kreide und Thon nicht eingetreten.

Die Gußblöcke zeigten ein eigenthümlich krystallinisches Gefüge (Taf. IX, Fig. 2), welches durch die Abkühlungsverhältnisse im Guß bedingt erscheint. Mit Rücksicht hierauf wurde bei Entnahme der Proben möglichst vermieden, daß ein und dieselbe Probe zwei sich schneidenden Krystallgruppen angehörte.

Ausdehnungskoeffizient gegossenen Eisen-Nickel-Materials.

Die in der physikalisch-technischen Reichs-Anstalt ermittelten Werthe sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 4. **Ausdehnungskoeffizient der Eisen-Nickel-Legirungen.**

Stab Nr.	Block Nr.	Beabsichtigter Gehalt an Ni %	Ermittelter Gehalt an Ni %	Ermittelter Gehalt an Fe %	Ausdehnung in Mikron (μ) pro Meter und C°	Verhältnißzahlen. Ausdehnungskoeffizient von Stab 1 (99,61 % Fe) = 100
1	3	0,0	0,05	99,61	$11{,}56 \pm 0{,}02 + (0{,}0056 \pm 0{,}0015)\,t$	100
2	16	4	3,97	95,79	$10{,}90 \pm 0{,}02 + (0{,}0056 \pm 0{,}0015)\,t$	94
3	27	16	15,59	84,12	$10{,}30 \pm 0{,}05 + (0{,}0056 \pm 0{,}0015)\,t$	89
4	38	100	98,38	0,36	$12{,}61 \pm 0{,}07 + (0{,}0056 \pm 0{,}0015)\,t$	109

Bemerkenswerth ist es, daß der Ausdehnungskoeffizient des reinen Eisens durch Beimengung von Nickel und umgekehrt der des Reinnickels durch Beimengung von Eisen bis zu einem gewissen Minimalwerth erniedrigt wird.

Ergebnisse der Festigkeitsversuche mit gegossenen, nicht geschmiedeten Eisen-Nickel-Legirungen.

1. Zugversuche.

Bei den auf der Martens-Maschine (50 t) ausgeführten Zugversuchen sind die Dehnungen bis zur Streckgrenze mit Hülfe von Martens'schen Spiegelapparaten in gewohnter Weise beobachtet. Da die Streckgrenze bei sämmtlichen Zugversuchen nicht scharf ausgeprägt war, so ist, der einheitlichen Beurtheilung halber, die Streckgrenze auf diejenige Belastung gelegt, der ein Dehnungszuwachs $\Delta\varepsilon$ von etwa 0,0003 für eine Lastzunahme von 75 kg ($\Delta\sigma \backsim 0{,}9$ kg/qmm) folgte. Form und Abmessung der Probestäbe ist aus Fig. 2 ersichtlich. Die Meßlänge betrug 100 mm ($l = 11{,}3\sqrt{f}$), die Theilungslänge 5 mm ($l_t = 0{,}565\sqrt{f}$).

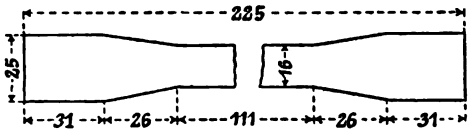


Fig. 2.

Die Endergebnisse der Zugversuche sind, nach Bildung von Mittelwerthen für annähernd gleiches Material, in Tab. 5 zusammengestellt. Die Schaulinien (Fig. 3) lassen die Abhängigkeit der charakteristischen Spannungen und Dehnungen vom Nickelgehalt der Legirungen deutlich erkennen. Die Linie für die Festigkeit hat in allen drei Spannungen σ_P, σ_S und σ_B zwei Maxima; ein größeres bei etwa 8 % und ein kleineres bei etwa 60 % Nickelgehalt der Legirungen. Die Schaulinie für die Dehnung besitzt ein Minimum bei etwa 16 % Nickelgehalt, ein Maximum bei etwa 60 % Nickelgehalt.

Tabelle 5. Ergebnisse der Zugversuche mit gegossenen, nicht geschmiedeten Eisen-Nickel-Legirungen.

Block Nr.	Mittl. Ni-Gehalt %	Mittelwerthe für die Blöcke gleichen Ni-Gehaltes: Spannungen in kg/qmm σ_P	σ_S	σ_B	Elasticitätsmodul kg/qmm	Bruchdehnung in % auf je 25 mm δ_{25}	auf je 50 mm δ_{50}	Verhältnißzahlen σ_P/σ_S	σ_P/σ_B	σ_S/σ_B	Bemerkungen
2 u. 3	0,05	6,0	14,6	32,4	22525	36,8	29,7	0,41	0,19	0,45	Wegen des hohen Mangangehaltes des Blockes Nr. 1 sind die mit den Proben des Blockes Nr. 1 gewonnenen Versuchsergebnisse von der Mittelbildung ausgeschlossen.
4 u. 5	0,76	6,2	15,9	32,1	20790	25,1	20,6	0,39	0,19	0,50	
7; 8; 9	1,01	7,2	16,6	33,7	21050	31,8	26,4	0,43	0,21	0,49	
10; 11; 12	2,05	10,2	20,2	37,0	20710	26,1	22,7	0,50	0,28	0,55	
13; 14; 15	3,01	16,1	24,0	40,6	20070	23,4	20,1	0,67	0,40	0,59	
16; 17; 18	3,98	16,6	26,9	40,6	20170	20,1	17,6	0,62	0,41	0,66	
19; 20; 21	4,92	19,6	32,5	44,6	19930	12,9	10,8	0,60	0,44	0,73	
22; 23; 24	7,84	22,8	44,2	56,2	19280	11,1	9,6	0,52	0,41	0,79	
25; 27	15,60	16,0	—	41,0	16200	0,9	0,6	—	0,39	—	
28; 29; 30	29,78	6,3	13,5	15,4	12300	2,8	2,2	0,47	0,41	0,88	
31; 32; 33	59,60	6,0	12,5	37,8	14490	37,9	36,1	0,48	0,16	0,33	
35; 36	93,52	4,1	10,8	32,2	17590	20,1	19,0	0,38	0,12	0,33	
37; 38; 39	98,56	3,6	9,1	30,5	16870	18,2	17,1	0,40	0,12	0,30	

Die Zugfestigkeit des „reinen Eisens" wird am meisten durch einen Nickelzusatz von etwa 8 % erhöht, und zwar

an der Proportionalitätsgrenze um . 280 %,
an der Streckgrenze um . . . . . 203 %,
und beim Bruch um . . . . . 73 %.

Am zähesten ist die Legirung von etwa 60 % Nickelgehalt, am sprödesten die von etwa 16 % Nickelgehalt.

Sein Urtheil über die in den Bruchflächen zu Tage tretende Gefügebildung faßt Prof. Rudeloff wie folgt zusammen:

> „Die Güsse aus Eisen-Nickel-Legirungen mit einem Nickelgehalt von etwa 0,5 % neigen zur Bildung von blasigem Material; schon bei 1 % Nickelgehalt wird das Material wieder dicht, und die Zerreißproben zeigen bis zu 3 % Nickelgehalt überwiegend feinschuppiges Gefüge; mit steigendem Zusatz von Nickel nehmen die Güsse zunächst mehr körnig krystallisches und schließlich ausgeprägt nadelförmig-krystallisches Gefüge an. Eine Ausnahme in dieser Reihe bilden die Blöcke mit 60 % Nickelgehalt durch wieder überwiegend feinschuppiges Gefüge, und besonders bei 30 % Nickelgehalt neigen die Güsse zu Oxydationsbildungen im Innern."

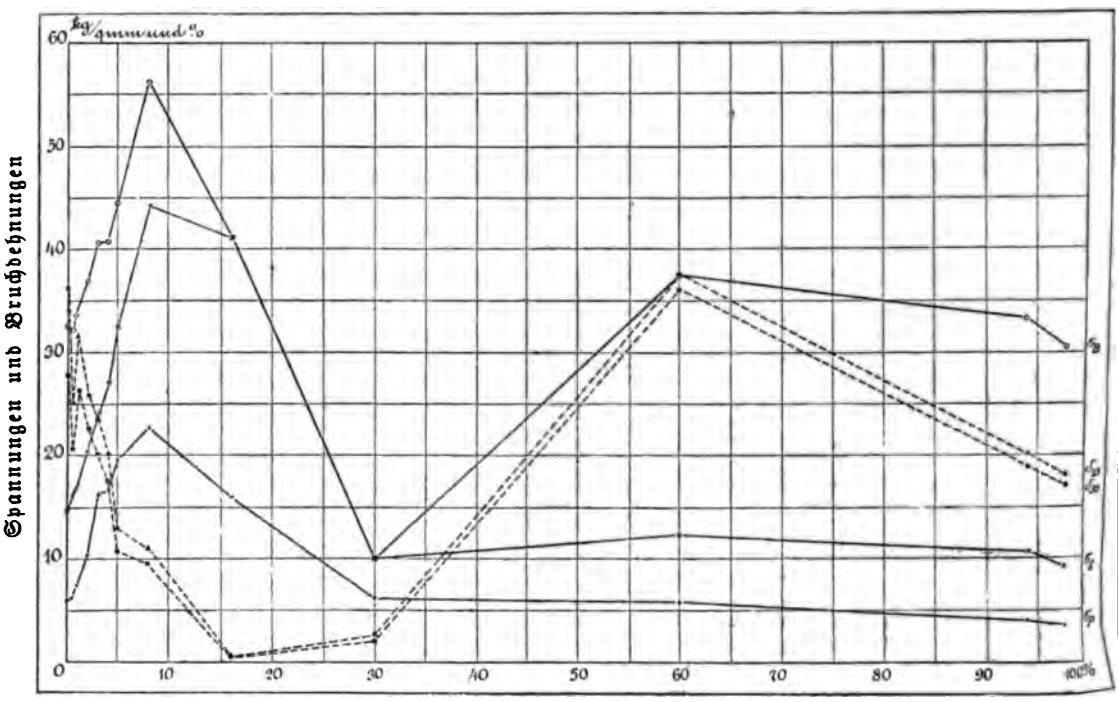


Fig. 3. Einfluß des Nickelgehaltes auf die Zugfestigkeit und Dehnung.

Die Oberfläche der Zerreißproben ist bis zu 8 % Nickelgehalt krispelig, bei höherem Nickelgehalt knitterig oder wellig (Taf. IX, Fig. 4).

Eine besondere Versuchsreihe über den Verlauf des Nachstreckens und den Einfluß wiederholter Belastung bestätigt die von Bauschinger für geschmiedetes Material gemachte Beobachtung,

> daß die Proportionalitätsgrenze durch wiederholtes Belasten gehoben wird, sofern die ursprüngliche Proportionalitätsgrenze bei der voraufgegangenen Versuchsreihe überschritten wird.

Bemerkenswerth ist es, daß die Proportionalität zwischen Belastung und Dehnung beim gegossenen Nickeleisen im Allgemeinen gut ausgeprägt ist, was bei gegossenem und mechanisch nicht bearbeitetem Material in der Regel nicht der Fall ist.

2. Druckversuche.

Die Druckversuche sind mit Cylindern von 15 mm Höhe und 15 mm Durchmesser auf einer Pohlmeyer-Maschine (50 t) ausgeführt. Bestimmt wurde die Streckgrenze und die Höhenverminderung in % nach einer spezifischen Druckbeanspruchung von 113 kg/qmm (bezogen auf den ursprünglichen Probenquerschnitt). Die Mittelwerthe für Blöcke gleichen Nickelgehaltes sind in Tab. 6 zusammengestellt. Die zugehörigen Schaulinien sind in Fig. 4 (S. 228) verzeichnet. Die Druckfestigkeit des Materials ist ein Maximum bei einem Nickelgehalt von 16 %, ein Minimum bei einem Nickelgehalt von 94 %. Umgekehrt hat die Kurve der Formänderungsfähigkeit ein scharf ausgeprägtes Minimum bei 16 % Nickelgehalt.

Tabelle 6. **Ergebnisse der Druckversuche mit gegossenen, nicht geschmiedeten Eisen-Nickel-Legirungen.**

Block Nr.	Mittelwerthe für die Blöcke gleichen Ni-Gehaltes			Bemerkungen
	Ni-Gehalt %	Quetschgrenze kg/qmm	Höhenverminderung bei 113 kg/qmm Belastung %	
2; 3	0,05	19,6	47,8	Wegen des hohen Mangangehaltes des Blockes Nr. 1 sind die mit den Proben des Blockes Nr. 1 gewonnenen Versuchsergebnisse von der Mittelbildung ausgeschlossen.
4; 5	0,56	15,8	47,4	
7; 8; 9	1,01	19,9	45,5	
10; 11; 12	2,06	26,9	42,1	
13; 14; 15	3,01	28,6	38,8	
16; 17; 18	3,98	28,2	37,5	
19; 20; 21	4,92	38,6	34,1	
22; 23; 24	7,84	51,0	29,2	
25; 27	15,60	115,1	0,7	
28; 29; 30	29,78	21,3	37,5	
31; 32; 33	59,60	16,1	33,1	
35; 36	93,52	9,8	34,6	
37; 38; 39	98,39	12,7	36,9	

3. Stauchversuche.

Die Stauchversuche sind auf dem kleinen Schlagwerk, Bauart Martens, mit Probecylindern von 15 mm Höhe und 15 mm Durchmesser ausgeführt, und zwar wurde aus jedem Block der erste Cylinder mit Schlägen von 5, der zweite mit Schlägen von 10, der dritte mit Schlägen von 20 mkg/ccm geprüft.

Von der Wiedergabe des umfangreichen Zahlenmaterials muß Abstand genommen werden. Bemerkt mag nur sein, daß auch hierbei die Beobachtung gemacht wurde,

„daß bei gleicher Gesammtschlagarbeit die Schläge mit der größten spezifischen Arbeitsleistung stets die größten Formänderungen liefern".

Die Schaulinien (Fig. 5, S. 228) lassen deutlich erkennen,

daß die Formänderungsfähigkeit — ähnlich wie bei den Druckversuchen — auch beim Stauchen bei einem Nickelgehalt von 16 % ein Minimum ist. Aus der Convergenz der Schaulinien bis Ni = 16 % wird weiterhin geschlossen, daß die genannten Legirungen durch Kalthämmern merklich „steifer" werden.

Fig. 4. Ergebnisse der Druck- und Scheerversuche.

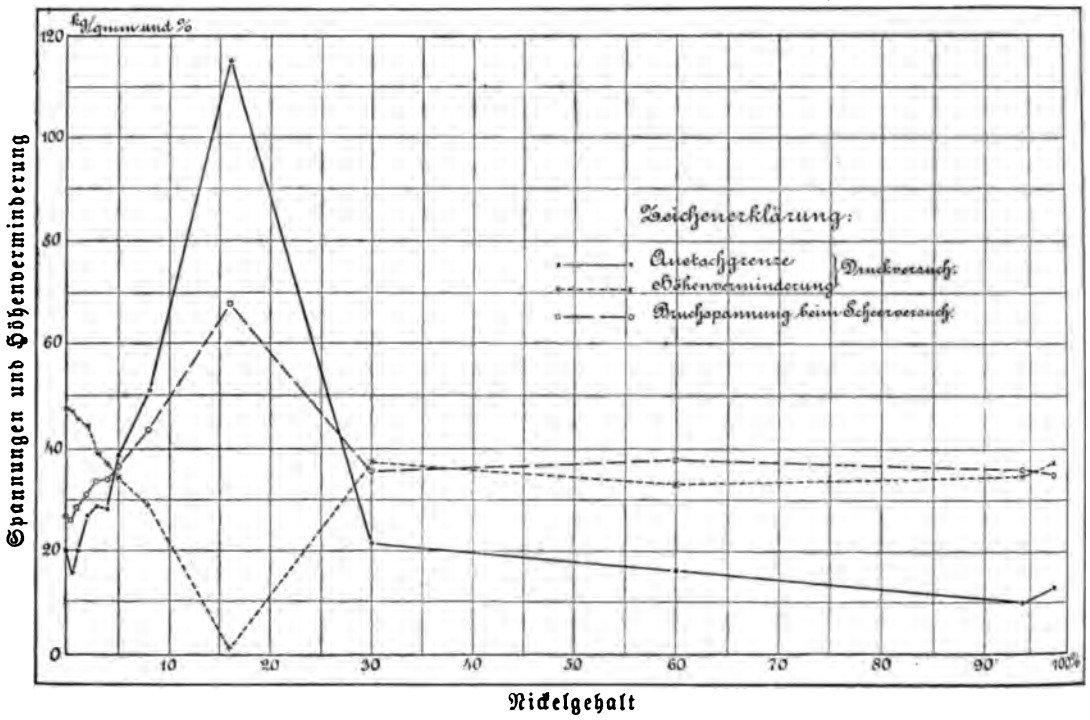
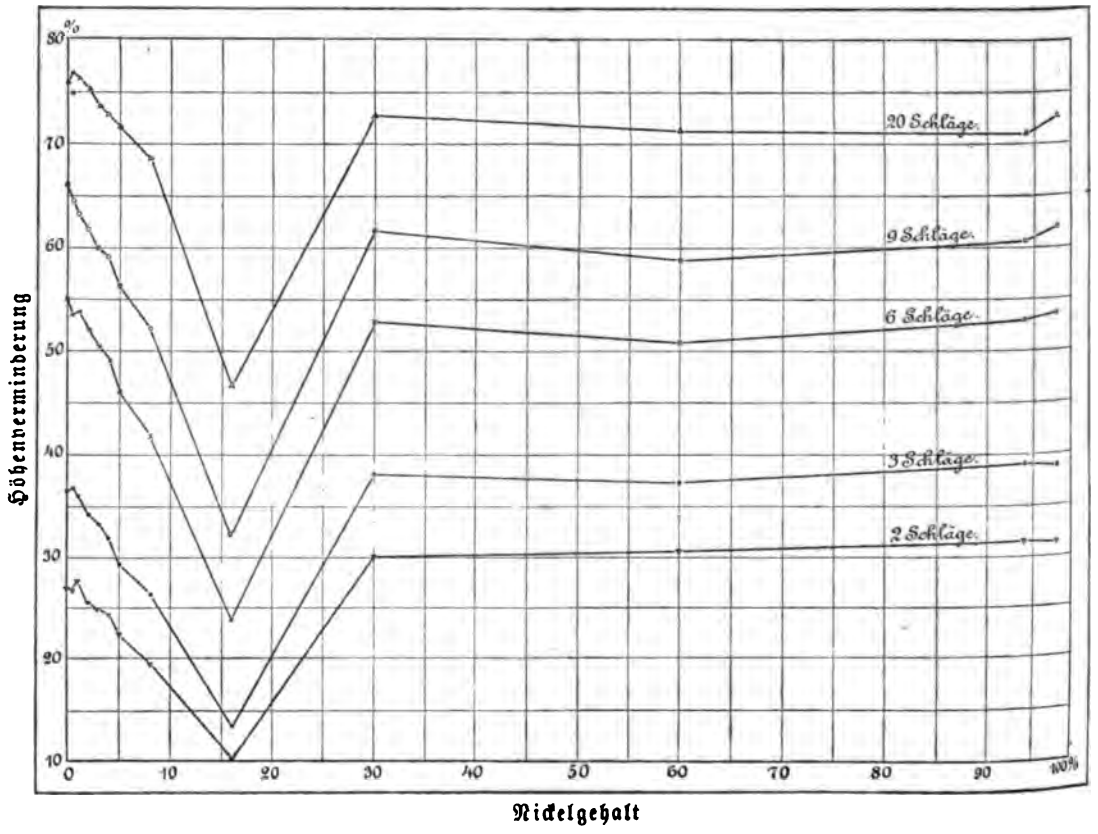


Fig. 5. Ergebnisse der Stauchversuche.



4. Scheerversuche.

Bei den auf einem Martensschen Scheerapparat[1]) ausgeführten Versuchen äußert sich der Einfluß des Nickelgehaltes der Legirungen auf die Scheerfestigkeit des Materials — wie ein Blick auf die Schaulinien der Fig. 4 lehrt — in ähnlicher Weise, wie auf die Streckgrenze beim Druckversuch.

Der „Sonderausschuß für Eisenlegirungen" beabsichtigt, das Restmaterial der Legirungen auch nach dem Schmieden und Walzen auf seine Festigkeitseigenschaften zu untersuchen. Nach dem Erscheinen des betreffenden Berichtes werden die wichtigsten Versuchsergebnisse an dieser Stelle im Auszug wiedergegeben werden.

---

4. Neuere Erfahrungen in der Oelprüfung.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung Dr. Holde.

1. Verharzungsfähigkeit von Mineralölen.

In den „Mittheilungen" 1895 S. 174—196 war gezeigt worden, daß bei hellen, im Reagensglas klar durchsichtigen Mineralschmierölen keine Verharzungserscheinungen nachzuweisen sind, wenn die Oele in dünner Schicht (ein Tropfen auf einer Glasplatte von 5 × 10 cm verrieben) bei Zimmerwärme oder höheren Wärmegraden, z. B. 50—100 C°, der Einwirkung der Luft ausgesetzt werden. Während diese Oele bei Zimmerwärme noch nach vielen Monaten, in dünner Schicht ausgebreitet, ihre ursprüngliche Beschaffenheit beibehielten, verflüchtigten sich diese Schichten bei höherer Wärme allmählich unter schließlicher Zurücklassung eines kaum sichtbaren Fetthauches. Es wurde indessen in Rücksicht auf gelegentliche Beobachtungen von Verharzungserscheinungen bei harzhaltigen hellen Mineralölen auf die Möglichkeit hingewiesen, daß man auch bei einigen hellen Mineralölen, welche einige, aus dem Rohöle oder von der Raffination herrührende Prozente Harzsubstanz gelöst enthalten, unter geeigneten Versuchsbedingungen, z. B. Ausbreitung in dicker Schicht und viele Monate langes Erhitzen, eine gewisse Verharzung würde herbeiführen können. Versuche in dieser Richtung, bei denen die Oele in dicker Schicht in Glasschalen 15 Monate lang erhitzt wurden, um Anreicherung größerer Harzmengen zu erzielen, sind vom Verfasser in Gemeinschaft mit Ruhemann vor etwa $1^1/_2$ Jahren eingeleitet und kürzlich zum Abschluß gebracht worden. Hierbei wurden auch zum Vergleich dunkle pechreiche Oele im ursprünglichen Zustande und nach theilweiser Entpechung mit Alkohol-Aether und ferner ein völlig harzfreies farbloses Paraffinöl herangezogen. Die in den etwa 10 cm breiten cylindrischen Schalen zu Beginn der Versuche ausgebreiteten Oelmengen (0,21—0,24 g) wurden täglich etwa 7 Stunden auf 100° im Trockenofen erhitzt und von Zeit zu Zeit nach Abkühlung auf Zimmerwärme auf Konsistenz und Gewichtsveränderungen geprüft. Die gesammten Versuchsergebnisse, über welche zum Theil schon in den „Mittheilungen" 1895 S. 195 berichtet wurde, sind in nachfolgender Tab. 1 zusammengestellt und in Fig. 1 (S. 232) zu einem Schaubilde vereinigt.

Ueber die festgestellten Ergebnisse läßt sich Folgendes sagen:

Das von Harzen völlig freie farblose Paraffinöl, welches aus den leichtest siedenden Schmierölfraktionen besteht, zeigt — im Einklang mit den früheren qualitativen Verharzungs-

---

[1]) A. Martens, Ueber „Härtebestimmungen". Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten 1890. S. 281.

Tabelle 1. **Verharzungen von**

Nr. des Oeles		1		2		3		4	
Herkunft und äußere Erscheinungen im Reagensglas		Russisch, braunschwarz, undurchsichtig, Eisenbahnwagenöl		Nr. 1 dieser Tabelle mit Alkohol-Aether (4 : 3) entharzt, heller		Oelheimer, braunschwarz, undurchsichtig, Wagenöl		Nr. 3 dieser Tabelle mit Alkohol-Aether (4 : 3) entpecht	
Flüssigkeitsgrad (Engler, bei 20 C°, Wasser 20 C° = 1)		45,5		—		29,6 bei 40°		—	
Flammpunkt C°		176 Offener Tiegel		—		161 Pensky-Martens		—	
Angewandtes Oelgewicht g		0,2109		0,2103		0,2252		0,2208	
		Gesammtgewichtsabnahme g	Konsistenz und Aussehen	Gesammtgewichtsabnahme g	Konsistenz und Aussehen	Gesammtgewichtsabnahme g	Konsistenz und Aussehen	Gesammtgewichtsabnahme g	Konsistenz und Aussehen
Dauer der Erhitzung (täglich, mit Ausnahme der Sonntage, 7—8 Stunden) auf etwa 100 C° in Monaten	1/3	0,0429	flüssig	0,0444	flüssig	0,0304	dickflüssig	0,0080	dickflüssig
	1/2	0,0541	dickflüssig bis schwach klebrig	0,0528	bequem flüssig	0,0354	zum Theil schmierig, zum Theil fest	0,0096	dickölig, zum Theil klebrig
	1	0,0636	desgl.	0,0619	ziemlich dickflüssig	0,0379	desgl.	0,0121	desgl.
	2	0,0690	—	0,0734	dickflüssig	0,0428	fast ganz fest	0,0130	desgl.
	3 1/3	0,0749	sehr schwer beweglich, ziemlich stark klebrig	0,0808	—	0,0436	desgl.	0,0150	desgl., zum Theil dickbreiig
	5	0,0787	—	0,0808	zum Theil klebrig, zum Theil schmierig	0,0444	desgl.	0,0148	—
	9 1/2	0,0773	zum größten Theil wachsartig, zum geringen Theil dickschmierig	0,0876	desgl.	0,0470	ganz fest pechartig	0,0128	zum größten Theil fest, zum geringen Theil schmierig
	15	0,0725	wie weiches Wachs	0,0832	dickbreiig	0,0334	desgl.	0,0050	ganz fest pechartig, etwas weicher wie Nr. 3

versuchen — fast gänzliche allmähliche Verflüchtigung bei 15monatlichem Erhitzen, ohne eine Spur von Harzrückstand zu hinterlassen. Das aus hochsiedenden Fraktionen bestehende, entsprechend dickflüssigere bräunlichgelbe Motorenöl verflüchtigt sich bis auf einen geringen festen Rückstand. Letzterer besteht zum Theil aus dem im Oel enthalten gewesenen nicht flüchtigen Harz, zum Theil dürfte es, wie die dunkle Farbe des Rückstandes und dessen theilweise Unlöslichkeit in Benzin zeigt, aus während der Erhitzung entstandenen, oxydirten Kohlenwasserstoffen bestehen. Das aus höchstsiedenden Destillaten bestehende, sehr dickflüssige Oel 7 verflüchtigt sich sehr wenig und giebt geringe Verharzung; noch geringer ist die Verharzung bei dem gleichen, von Harzen zum größten Theil befreiten Oel 8. Die stärkste Verharzung zeigen die Residuen enthaltenden Oele 1 bis 4, wobei wiederum die entpechten Oele geringere bezw. langsamere Verharzung zeigen, als die ursprünglichen stark pechhaltigen Oele. Oel 1 enthält, wie auch sein Flüssigkeitsgrad zeigt, erheblichere Mengen niedriger siedende Destillate als Oel 7 und giebt daher, obwohl es wegen seines Pechgehaltes eher verharzt als Oel 7, erheblichere

Mineralölen bei 100 C°.

5		6		7		8	
Russisch, farbloses, klar durchsichtiges Paraffinöl		Amerikanisch, bräunlichgelb, fluorescirend, Motorenöl		Russisch, rothbraun, durchscheinend, in der Versuchsanstalt destillirt		Nr. 7 dieser Tabelle mit 70prozentigem Alkohol entharzt	
5,9		11,6		105,7		—	
158 Pensky-Martens		193 Pensky-Martens		—		—	
0,2042		0,2430		0,2170		0,2148	
Gesammtgewichtsabnahme g	Konsistenz und Aussehen	Gesammtgewichtsabnahme g	Konsistenz und Aussehen	Gesammtgewichtsabnahme g	Konsistenz und Aussehen	Gesammtgewichtsabnahme g	Konsistenz und Aussehen
0,0988	ölig, leichtflüssig	0,0124	ölig, leichtflüssig	—	ölig	—	ölig
0,1170	ölig	0,0262	—	—	—	—	—
0,1302	—	0,0458	—	0,0024	ölig	0,0026	—
0,1522	ölig	0,0774	—	0,0109	—	0,0078	—
0,1622	—	0,0952	—	0,0173	ölig	0,0108	—
0,1727	ölig, etwas dunkel gefärbt	0,1114	ölig	—	—	—	—
0,1816	Spuren öligen Hauchs	0,1394	zum größten Theil wachsartig, zum geringen Theil schmierig	0,0315	dickölig	0,0204	dickölig, zum Theil fest
0,1876	desgl.	0,1533	fest, braun	0,0330	dickbreiig, zum Theil fest	0,0272	dickölig, zum geringen Theil fest

Mengen flüchtige Bestandtheile beim Erhitzen ab als letzteres Oel. Sämmtliche Oele, welche beim Erhitzen auf 100° Harzrückstände hinterlassen, sind in Petroleum-Benzin nach der Erhitzung unvollkommen löslich, auch wenn sie, wie z. B. die Destillatöle 6—8, vorher in diesem Lösungsmittel völlig löslich waren. In Benzol sind die Rückstände, wie dies zu erwarten war, fast völlig löslich.

In Gemeinschaft mit den Ergebnissen der älteren Untersuchungen lassen sich die vorstehenden Resultate wie folgt zusammenfassen:

In sehr dünner Schicht ausgebreitet (ein Tropfen Oel auf einer Glasplatte von 5×10 cm), zeigen die hellen destillirten Mineralschmieröle weder bei Zimmerwärme, noch bei höheren Graden (50—100 C°) selbst nach monatelangem Stehen irgend welche Verharzungserscheinungen. Dunkle Oele, welche erhebliche Mengen Residuen enthalten, zeigen nach sehr langem Stehen bei Zimmerwärme sehr geringe Verharzung, bei höheren Graden (50—100°) findet merkliche Verdickung, bei sehr pechreichen Oelen völlige Verharzung statt.

In dicker Schicht ausgebreitet (0,2—0,25 g Oel auf einer 75 qcm fassenden Platte), zeigen auch bei 100 C° die leichten farblosen, also völlig harzfreien Schmierölde-stillate keine Verharzung, während bei hochsiedenden gefärbten, 1—3% Harz enthaltenden Destillaten

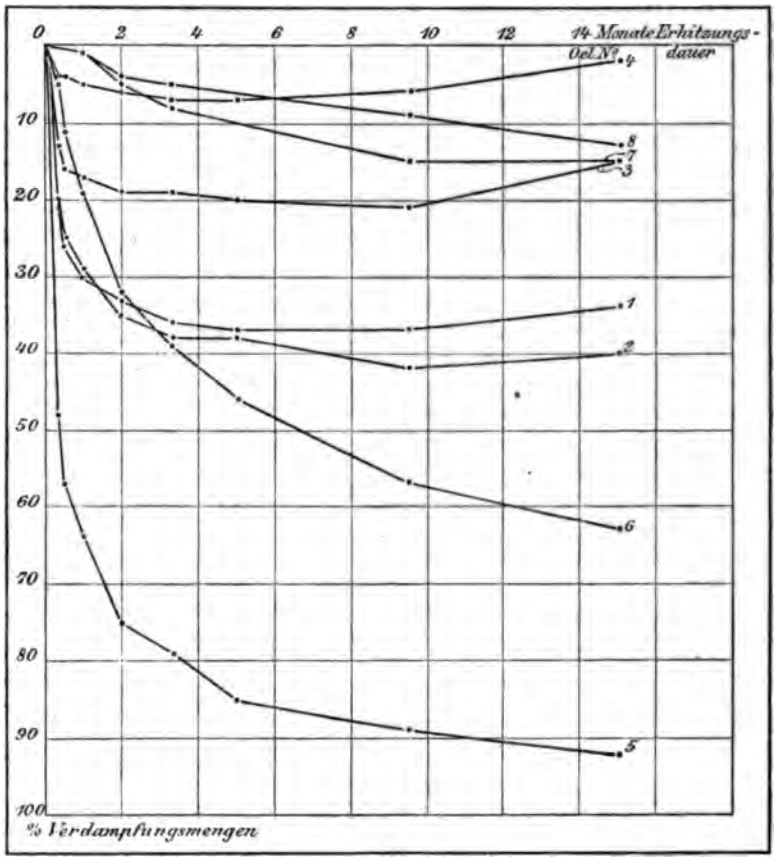


Fig. 1.

Verharzungen bei theilweiser Verflüchtigung nach 9—15 monatlichem Erhitzen auf 100 C° auftreten. Dunkle residuenhaltige Oele geben bei vorstehender Verharzungsprobe schon nach wenigen Monaten stark klebrige bis feste, nach 15 monatlichem Erhitzen feste Harz- bezw. Pechrückstände.

2. Quantitative Wasserbestimmung in fetten Oelen.

Zur quantitativen Wasserbestimmung in Mineralmaschinen- und Wagenschmierölen war in Anlehnung an Künklers Vorschlag wegen der Gewichtsverluste, welche auch wasserfreie Mineralöle beim Erhitzen erleiden, empfohlen worden, den Gewichtsverlust einer gewogenen Menge des wasserhaltigen Oeles beim Erhitzen bis zum Verschwinden des Schaumes und gleichzeitig den Gewichtsverlust einer annähernd gleichen ebenso erhitzten Menge des entwässerten Oeles zu bestimmen und aus der Differenz beider Gewichtsverluste den Wassergehalt zu ermitteln[1]).

[1]) „Mittheilungen" 1895, Ergänzungsheft 1, S. 26.

Die gefundenen Ergebnisse sind in vorstehender Tab. 2 zusammengestellt und zeigen, daß man unter Hinzuziehung eines blinden Versuchs bei den untersuchten fetten Oelen sehr genaue Zahlen, ohne blinden Versuch annähernd genaue, jedoch meistens noch brauchbare Zahlen erhält. Sicherer dürfte es freilich sein, bei fetten Oelen und sonstigen verseifbaren Fetten, in gleicher Weise wie bei den leichter entflammbaren Mineralölen, bei der Wasserbestimmung im Allgemeinen auch einen blinden Versuch vorzunehmen, um die Möglichkeit einer nicht vorausgesehenen erheblichen Verflüchtigung der Oelsubstanz auf jeden Fall zu berücksichtigen.

Die Prüfungsvorschrift zur quantitativen Wasserbestimmung in Oelen und Fetten läßt sich demnach wie folgt festsetzen:

In einer 6—10 cm weiten Glasschale wird eine genau abgewogene Menge des gehörig durchgeschüttelten Oeles (10—20 g von Oelen mit mäßig starkem Wassergehalt, z. B. 0,1 bis 1 %, von wasserreichen Oelen 3—5 g, gehörig gemischt mit einer gewogenen Menge, etwa 10—15 g, entwässerten Oeles) unter mehrfachem Umrühren mit einem Glasstabe solange auf einem stark kochenden Wasserbade erhitzt, bis beim Rühren mit dem Stab sich kein Schaum mehr an der Oberfläche des Oeles zeigt. Die vorher emporsteigenden mit Wasserdampf gefüllten Blasen werden zweckmäßig mit dem Stabende an der inneren Wand der Glasschale emporgezogen und dort zerdrückt. Gleichzeitig mit dieser Oelprobe wird eine in etwa gleicher Menge abgewogene entwässerte Probe des Oeles bis zum Verschwinden des Schaumes in der ersten Probe erhitzt. Aus der nach dem Erkalten der Schalen festgestellten Gewichtsabnahme des ursprünglichen Oeles, abzüglich der Gewichtsabnahme der gleichen Menge des entwässerten Oeles, läßt sich der Prozentgehalt des ursprünglichen Oeles an Wasser ermitteln. Bei den sehr schwer verdampfbaren Mineraldampfcylinderölen kann von der Vornahme des blinden Versuchs Abstand genommen werden.

3. Sogenanntes wasserlösliches Vaselinöl.

Die vor einiger Zeit an dieser Stelle[1]) besprochene Untersuchung eines sog. wasserlöslichen Vaselinöls hat kürzlich eine weitere Ergänzung erhalten durch eine im Auftrage des Herrn F. W. Klever, Köln ausgeführte umfangreiche Prüfung der technischen Eigenschaften eines derartigen Oeles. Mit Genehmigung des Auftraggebers seien im Nachstehenden die gefundenen Ergebnisse mitgetheilt[2]):

A. Gegenstand des Antrages.

Herr F. W. Klever, Köln, beantragte, das von ihm eingereichte Vaselinöl daraufhin zu untersuchen, in wie weit es in Mischung mit Wasser (2 bezw. 5 g Oel in 100 g Wasser) im Vergleich zu 1- und 2prozentigen Schmierseifenlösungen Gußeisen bezw. Stahl gegen die zerstörende Einwirkung des Wassers schützt, und in wie weit sich Mischungen des Oeles mit Wasser bei praktischen Fräs- und Schneidearbeiten in der Werkstatt der Versuchsanstalt vortheilhafter erweisen als die zu diesem Zweck in der Werkstatt früher benutzte Schmierseifenlösung. Ferner sollte ermittelt werden, in wie weit der Gefrierpunkt des Oeles in 2- bis 10prozentigen Mischungen des Oeles mit Wasser und geringen Zusätzen von Glycerin, sowie ohne Glycerinzusatz erniedrigt wird.

B. Ausführung der Versuche.

Zur Vergleichung des Angriffsvermögens, welches Mischungen aus Wasser und Vaselinöl bei Berührung mit Stahl und Gußeisen zeigen, mit dem Angriffsvermögen der Schmierseifen-

[1]) „Mittheilungen" 1895, S. 271.

[2]) Zur Orientirung des Lesers sei kurz wiederholt, daß das früher untersuchte Oel eine nach Ammoniak riechende klarflüssige röthlichbraune Auflösung von Ammoniakseife in Mineralöl darstellt, welche sich mit Wasser in beliebigen Verhältnissen zu einer milchigen Emulsion verrühren läßt.

lösungen auf diese Metalle wurden etwa 4 mm hohe und 30 mm breite quadratische blankgeschmirgelte Gußeisen- und Stahlplatten mit den zu vergleichenden Flüssigkeiten bedeckt und längere Zeit (etwa 3 Wochen) deren Einwirkung bei Zimmerwärme ausgesetzt. Von Zeit zu Zeit wurden die äußeren Veränderungen der Platte vor und nach der Reinigung durch Abwischen der Platte mit einem Tuch und Abspülen mit Alkohol und Aether und ferner die Gewichtsveränderungen der so gereinigten Platten ermittelt.

Die praktischen Fräs- und Schneideversuche wurden mit einer Lösung von 2 g bis 4 g Oel in 100 ccm Leitungswasser an den Fräs- und Schneidemaschinen der Werkstatt der Versuchsanstalt bei den laufenden Werkstattsarbeiten vorgenommen.

Zur Bestimmung der Veränderungen des Gefrierpunktes des Oeles in Mischungen mit Wasser und Glycerin wurden je 5 ccm der fraglichen Mischungen in 15 mm weiten Reagensgläsern je 2 Stunden auf die in Frage kommenden Kältegrade in gefrierenden Salzlösungen ruhig abgekühlt. Nach der Abkühlung wurde die Konsistenz der Oelmischungen durch Neigen der Gläschen und, falls die Mischungen nicht mehr fließend waren, durch Einstoßen eines Glasstabes in die gefrorene Masse geprüft.

C. Versuchs-Ergebnisse.[1])

I. Vergleichung des Angriffsvermögens, welches Mischungen des wasserlöslichen Vaselinöles mit Wasser, sowie Seifenlösungen Gußeisen und Stahl gegenüber zeigen.

Art des Materials		Dauer der Einwirkung Tage	Gewichtsveränderungen der Platten in mg: Gußeisenplatten Nr. 1	Gußeisenplatten Nr. 2	Stahlplatten	Veränderungen im Aussehen der Platten
Mischungen von wasserlöslichem Vaselinöl mit Leitungswasser, unter Schütteln bei Zimmerwärme zubereitet	2 Theile Oel in 100 Theilen Wasser	5	— 1,9	— 1,1	— 0,1	Die Gußeisenplatten zeigen nach 5 Tagen stellenweise leichten braunen Anflug und kleine schwarze Flecke, die später noch schärfer hervortreten; nach 8 Tagen zeigen sich an Stelle des bräunlichen Anflugs schwache Anlauffarben wie bei erhitztem Stahl, die nach längerer Zeit schwärzlich werden. Zuletzt hat die Platte auf allen Flächen ein fast glanzloses Aussehen. Die Stahlplatte bleibt, bis auf einen kleinen schwärzlichen Anflug, unverändert blank.
		8	— 3,3	— 2,9	— 0,3	
		14	— 5,6	— 5,5	— 0,1	
		22	— 7,6	— 7,7	— 0,2	
	5 Theile Oel in 100 Theilen Wasser	5	— 1,8	— 1,9	— 0,3	Die Gußeisenplatten zeigten ähnliche, jedoch etwas geringere Veränderungen als in der 2prozentigen Oelmischung. Die Stahlplatte erhält sich gleich blank wie in der 2prozentigen Oelmischung.
		8	— 3,3	— 3,2	— 0,2	
		14	— 4,4	— 4,3	+ 0,1	
		22	— 6,2	— 5,8	— 0,2	
Schmierseifenlösungen	1 Theil Schmierseife in 100 Theilen Leitungswasser	5	— 4,0	— 3,8	— 2,8	Sowohl die Gußeisenplatten als die Stahlplatte werden schnell stark angegriffen. Die auf den Platten sich niederschlagenden, leicht abwischbaren, braungelben Abscheidungen sind besonders stark an den Berührungsstellen der Platten mit dem Boden des Gefäßes. Die Gußeisenplatten sind nach dem Abwischen schwarz gefleckt und fast völlig blind, die Stahlplatte ist ebenfalls schwarz gefleckt, jedoch schwächer blind. Eigentliche Bildung von Rost (basische braunrothe Karbonate) ist nach dem Abwischen und Abspülen der Platten auf diesen nicht bemerkbar.
		8	— 6,5	— 5,0	— 4,6	
		14	—10,2	— 6,8	—10,7	
		22	—13,8	—11,3	—14,6	
	2 Theile Schmierseife in 100 Theilen Leitungswasser	5	— 4,7	— 4,1	— 1,7	Die Veränderung der Gußeisenplatten ist ähnlich derjenigen in 1prozentiger Seifenlösung, nur etwas stärker als in letzterer. Die Stahlplatte zeigt geringere, jedoch immer noch erheblichere Veränderungen als die Gußeisenplatte in 1- und 2prozentiger Seifenlösung. Besonders starke braungelbe, abwischbare Abscheidungen zeigte die Platte an der Berührungsstelle mit dem Gefäßboden. Die Flächen sind ziemlich glanzlos geworden. Eigentliche Bildung von Rost (basische braunrothe Karbonate) ist nach dem Abwischen und Abspülen der Platten auf diesen nicht bemerkbar.
		8	— 5,9	— 5,5	— 3,3	
		14	— 8,9	— 8,0	— 6,7	
		22	—17,5	—17,8	— 9,9	

[1]) Die Laboratoriumsversuche wurden vom Verf. und Herrn Assistent Pelgry ausgeführt, die Werkstattsversuche wurden vom Verf. beaufsichtigt.

II. Fräs- und Schneideversuche in der Werkstatt der Versuchsanstalt.

Die Fräs- und Schneidearbeiten unter Kühlung mit Mischungen aus 2 bezw. 4 Theilen wasserlöslichen Vaselinöls und 100 Theilen Wasser gingen bequemer von Statten als bei Benutzung der 1- bis 2prozentigen Schmierseifenlösungen. Die Stahlwerkzeuge der Maschinen zeigten auch nach mehrtägiger Berührung mit den Oelmischungen keine äußeren Veränderungen, während sie bei Benutzung der Seifenlösung meist rostartige Flecke zeigten. Die bei Verwendung der Oelmischungen auf den Gußtheilen der Maschinen sich zeigenden braunen Flecke ließen sich leicht abwischen, während die bei Benutzung von Schmierseifenlösung stark angegriffenen Stellen der Gußtheile sich durch Abwischen nur unvollkommen reinigen ließen.

Gefrierversuche mit Mischungen des Oeles mit Wasser mit und ohne Zusatz von Glycerin.
(Das eingelieferte Oel erstarrt im Reagensglas bei 0° salbenartig.)

g Oel in 100 ccm Leitungswasser	2				5			10 in destillirtem Wasser
Glycerinzusatz %	0	0,1	0,5	1,0	0	0,5	1,0	0
0°	leicht fließend [1]	—	—	—	leicht fließend	—	—	—
— 3 C°	1. leicht fließend 2. leicht fließend	—	1. leicht fließend 2. leicht fließend	—	1. leicht fließend 2. leicht fließend	—	—	—
— 5 C°	1. eisartig starr 2. eisartig starr 3. leicht fließend 4. eisartig starr	1. eisartig starr 2. leicht fließend 3. leicht fließend 4. eisartig starr [2] 5. leicht fließend	1. eisartig starr 2. leicht fließend 3. eisartig starr 4. eisartig starr [3] 5. eisartig starr	1. eisartig starr 2. leicht fließend	1. eisartig starr 2. leicht fließend 3. eisartig starr 4. leicht fließend [4] 5. leicht fließend	1. eisartig starr 2. leicht fließend 3. leicht fließend [5]	1. eisartig starr 2. eisartig starr	1. leicht fließend 2. eisartig starr 3. leicht fließend [6] 4. leicht fließend — mit Leitungswasser 1. leicht fließend 2. leicht fließend
— 10 C°	—	—	eisartig starr	—	eisartig starr	—	—	eisartig starr

D. Gutachten.

Nach vorstehenden Prüfungsergebnissen haben die 2- und 5prozentigen Mischungen des Oeles mit Wasser nach mehrwöchentlicher Berührung mit Stahlplatten die letzteren nicht in irgendwie bemerkenswerther Weise angegriffen, während die 1- und 2prozentigen Seifenlösungen sowohl erhebliche Gewichtsabnahmen, als auch starke äußere Veränderungen der Stahlplatten nach 3wöchentlicher Einwirkung veranlaßt haben.

Gußeisenplatten wurden in der gleichen Zeit sowohl von den Oelmischungen, als auch von den Seifenlösungen merklich angegriffen; jedoch waren sowohl die Gewichtsveränderungen, als

[1] An der Oberfläche sämmtlicher abgekühlter Proben, welche nach dem Versuch fließend sind, zeigen sich käsige Abscheidungen.

[2] bis [6] Diese Proben wurden vor der Abkühlung je 10 Minuten auf 50 C° erwärmt.

auch die Veränderungen des Aussehens der Platten bei Einwirkung der Oelmischungen wesentlich geringer, als bei Einwirkung der Seifenlösungen. Die 2prozentige Oelmischung zeigte nach 22tägiger Einwirkung auf die Gußeisenplatten ein etwas stärkeres Angriffsvermögen als die 5prozentige Oelmischung; die 2prozentige Seifenlösung griff die Gußeisenplatten bei 3wöchentlicher Einwirkung stärker an als die 1prozentige Seifenlösung.

Zu den Fräs- und Schneideversuchen an den Werkzeugmaschinen der Versuchsanstalt erwiesen sich die 2- und 4prozentigen Mischungen des Oeles mit Wasser vortheilhafter als die früher in der Versuchsanstalt benutzte Schmierseifenlösung, weil die Mischungen von Oel und Wasser im Gegensatz zu der in der Hitze herzustellenden Seifenlösung sich bequem bei Zimmerwärme durch bloßes Verrühren beider Bestandtheile herstellen ließen, die Werkzeugmaschinentheile nicht angriffen, und die Fräs- und Schneidearbeit selbst bequemer von Statten ging als bei Benutzung der Seifenlösung. Auch waren die Oelmischungen wegen ihrer größeren Haltbarkeit länger zu benutzen als die Seifenlösungen.

Der Erstarrungspunkt des Wassers wurde durch die Zumischung des Oeles (2 bis 10 Theile Oel auf 100 Theile Wasser) um 3 bis 5 C° herabgedrückt. Die bei — 5 C° geprüften Proben zeigten jedoch für je gleiche Oelmischungen bei nacheinander erfolgten Wiederholungsversuchen oder nebeneinander ausgeführten Versuchen mehrfach verschiedenes Verhalten, indem sie abwechselnd fließend oder erstarrt waren. Diese Erscheinung kann dadurch bedingt sein, daß die an sich zu Ueberkältungszuständen neigenden Emulsionen[1]) wegen ihrer beim Stehen nicht ganz homogen bleibenden Beschaffenheit nicht immer gleich günstige Krystallisationsbedingungen bei ihrem Gefrierpunkte darbieten. Die Mischungen mit 10 % Oel blieben bei fast allen Versuchen bei — 5 C° flüssig.

Bei Zusatz von 0,1 bis 0,5 g Glycerin blieben die 2- und 5prozentigen Mischungen mit Oel häufiger bei — 5 C° flüssig als ohne Glycerinzusatz, bei 1 % Glycerinzusatz konnte ein solcher Unterschied nicht bemerkt werden. Ein erheblicher Einfluß eines Glycerinzusatzes bis zu 1 % zu den 2- und 5prozentigen Emulsionen des Oeles in Wasser konnte somit nicht nachgewiesen werden.

---

5. Normalpapierpreise.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Bei Einreichung von Prüfungsanträgen theilen die Behörden der Versuchsanstalt zuweilen auch die Preise mit, die sie auf Grund der abgeschlossenen Lieferungsverträge für die beschafften Normalpapiere gezahlt haben. Diese Angaben werden besonders gebucht, da es naturgemäß für die Versuchsanstalt von großem Interesse ist, die Preise zu erfahren, welche an verschiedenen Stellen für die derselben Verwendungsklasse angehörigen Papiere gezahlt worden sind. Der Vergleich der Preise wird für diejenigen Sorten, welche vollständig untersucht worden sind, besonders interessant, da man in diesen Fällen die Eigenschaften der Proben den gezahlten Preisen gegenüberstellen kann.

Im Nachfolgenden soll eine Zusammenstellung dieser Art gegeben werden und zwar über die Angaben, welche im Laufe der letzten Jahre von 26 verschiedenen Behörden gemacht wurden.

---

[1]) Mittheilungen aus den Königl. technischen Versuchsanstalten 1895, S. 267.

Um hierbei keinerlei Interessen zu verletzen, sind die einzelnen Behörden nicht namhaft gemacht, sondern mit den Nummern 1—26 bezeichnet; ferner sind nicht die wirklich gezahlten Preise, sondern nur Verhältnißwerthe angegeben derart, daß der niedrigste Preis jeder Verwendungsklasse = 100 gesetzt und die übrigen Preise hiernach berechnet wurden. Auf diese Weise ergiebt sich die nachfolgende Zusammenstellung.

Tabelle 1. **Preise für 1000 Bogen Normalpapier 1—4b im Format 33 × 42 cm und in der in den „Vorschriften" festgesetzten Schwere.**

Für alle Verwendungsklassen wurde der niedrigste gezahlte Preis = 100 gesetzt.

Verwendungsklasse	Behörde Nr.												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	—	—	a) 104 b) **113**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2a	—	—	a) 119 b) **131**	—	113	—	—	—	—	—	—	106	—
2b	—	**100**	—	a) 123 b) **135**	—	—	—	—	—	110	—	—	—
3a	—	128	a) 163 b) **188**	—	—	156	—	181	156	125	—	122	130
3b	—	126	a) 168 b) **182**	—	—	—	—	161	124	119	—	—	a) 123 b) 110
4a	132	122	a) 184 b) **216**	128	—	138	a) 152 b) 176	200	—	106	150	—	102
4b	—	117	a) 154 b) **179**	120	—	125	a) 133 b) 158 c) 175	—	—	105	108	—	—

Verwendungsklasse	Behörde Nr.												
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	—	—	**100**	—	—	—	109	—	—	—	—	111	—
2a	—	—	**100**	—	—	**100**	119	—	125	—	—	—	—
2b	—	—	—	—	—	—	105	—	—	—	121	—	—
3a	156	162	a) 124 b) 120	—	155	120	119	150	169	—	116	119	100
3b	154	—	115	—	145	117	112	147	—	143	113	**100**	—
4a	—	—	109	101	—	108	**100**	136	—	—	102	—	—
4b	—	—	104	116	—	105	**100**	—	—	—	**100**	—	—

Die Zusammenstellung zeigt, daß für Papiere derselben Verwendungsklasse an verschiedenen Stellen Preise gezahlt worden sind, die zum Theil ganz erhebliche Unterschiede zeigen; es schwanken die Preise für die

Verwendungsklasse 1 von 100 bis 113
„ 2a „ 100 „ 131
„ 2b „ 100 „ 135
„ 3a „ 100 „ 188
„ 3b „ 100 „ 182
„ 4a „ 100 „ 216
„ 4b „ 100 „ 179.

Wenn nun auch durch die Menge des zu liefernden Papiers, durch verschiedene nicht durch die Normalien festgelegte äußere Eigenschaften, durch Unterschiede in der Güte innerhalb

Verwendungsklasse, durch die Lage der Behörde ꝛc. Preisunterschiede erwartet werden ssen, so fehlt es doch für Unterschiede, wie sie vorstehend für die Papiere der Verwendungs- sen 3a bis 4b angegeben sind, an einer stichhaltigen Erklärung.

Besonders auffällig erscheinen die von der Behörde Nr. 3 gezahlten Preise, welche bei Lieferung b für alle von ihr beschafften Papiere die Maximalpreise gezahlt hat.

Eine Anzahl derjenigen Papiere, für welche in Tab. 1 die Preise für 1000 Bogen gegeben sind, wurden in der Versuchsanstalt auf Antrag der betreffenden Behörden voll- ndig untersucht, und die hierbei gewonnenen Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle, nach rwendungsklassen geordnet, zusammengestellt.

belle 2. **Zusammenstellung derjenigen Papiere, welche vollständig untersucht und für welche die Preise angegeben wurden.**

örde r.	Preis	Mittlere Reißlänge m	Mittlere Dehnung %	Widerstand gegen Zerknittern	Stoffzusammensetzung	Aschengehalt %	Wasserzeichen-Firma[1]) Nr.
				Verwendungsklasse 2a.			
5	113	5395	4,8	sehr groß	Leinen, Baumwolle	1,0	41
2	125	5200	4,6	sehr groß	Leinen, Zusatz Baumwolle	1,1	14
				Verwendungsklasse 2b.			
4	121	5000	4,7	sehr groß	Leinen, Baumwolle	1,0	23
4	123	4705	4,0	sehr groß	Leinen, Baumwolle	1,0	6
				Verwendungsklasse 3a.			
6	100	4275	3,1	groß	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose, geringe Mengen Strohcellulose	1,0	43
5	119	4650	3,2	groß	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	2,9	23
9	120	4600	3,3	sehr groß	Leinen, Zusatz Holzcellulose	1,4	15
2	122	4350	2,9	groß	Leinen, Zusatz Strohcellulose und Holzcellulose, geringe Mengen Baumwolle	3,5	4
6	124	4575	4,0	groß	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	4,4	6
2	128	4300	3,3	groß	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose und Strohcellulose	3,3	4
3	130	4650	4,7	sehr groß	Leinen, Zusatz Holzcellulose, geringe Mengen Baumwolle	1,1	15
1	150	4350	3,4	groß	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose	2,1	14
9	156	4675	4,6	sehr groß	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose und Strohcellulose	1,6	20
4	156	4200	3,0	groß	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose, geringe Mengen Strohcellulose	1,0	43
5	162	4100	3,2	groß	Leinen, Baumwolle, Zusatz Strohcellulose	0,9	9
2	169	4325	3,6	groß	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose	2,4	14
8	181	4875	3,7	groß	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	3,5	14

[1]) Wie bereits früher in den „Mittheilungen" wiederholt bemerkt wurde, sind die hier angemeldeten sserzeichen-Firmen für die Zwecke der Veröffentlichungen der Versuchsanstalt in willkürlicher Reihenfolge mit mmern versehen worden.

Behörde Nr.	Preis	Mittlere Reißlänge m	Mittlere Dehnung %	Widerstand gegen Zerknittern	Stoffzusammensetzung	Aschengehalt %
				Verwendungsklasse 3b.		
25	100	4125	3,0	ziemlich groß	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	2,5
10	119	4375	3,2	ziemlich groß	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	2,4
23	143	4025	2,7	ziemlich groß	Leinen, Baumwolle, Zusatz Holzcellulose	4,3
18	145	4150	2,1	mittelmäßig	Leinen, Baumwolle, Holzcellulose	1,0
14	154	3850	2,9	ziemlich groß	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	1,0
8	161	4275	3,6	ziemlich groß	Baumwolle, Zusatz Holzcellulose	3,8
3	182	3970	2,6	ziemlich groß	Baumwolle, Zusatz Holzcellulose, geringe Mengen Strohcellulose	2,0
				Verwendungsklasse 4a.		
24	102	3875	3,0	ziemlich groß	Holzcellulose, Strohcellulose, Baumwolle	12,8
16	109	3350	3,2	mittelmäßig	Holzcellulose, geringe Mengen Strohcellulose, Baumwolle, Leinen	11,6
1	132	3935	3,2	ziemlich groß	Baumwolle, Zusatz Holzcellulose	9,9
11	150	4750	3,7	groß	Holzcellulose, Strohcellulose, Zusatz Baumwolle, Leinen	10,5
7	152	4400	3,1	ziemlich groß	Holzcellulose, Strohcellulose	6,8
8	200	3525	3,4	ziemlich groß	Baumwolle, Leinen, Zusatz Holzcellulose	11,0
				Verwendungsklasse 4b.		
20	100	3950	2,3	ziemlich groß	Holzcellulose, Baumwolle, Strohcellulose	10,5
24	100	3000	2,6	ziemlich groß	Baumwolle, Holzcellulose	4,3
17	116	3750	3,8	ziemlich groß	Holzcellulose, Strohcellulose, Baumwolle, Leinen	8,1
6	125	4009	3,0	ziemlich groß	Holzcellulose, Strohcellulose, Baumwolle, Leinen	9,3
7	158	4725	2,8	ziemlich groß	Holzcellulose, Strohcellulose	7,8

Aus der Tab. 2 geht zunächst hervor, daß von den Verwendungsklassen 2a, 2b und 4b sämmtliche Papiere die vorgeschriebenen Eigenschaften besaßen, während von Papieren der Klasse 3b das der Behörde 18 und von den Papieren der Klasse 4a das Behörde 16 den Bedingungen nicht entsprach; das erstere hatte eine zu geringe Dehnung einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern und enthielt mehr als 25 % Holzcel das letztere blieb im Widerstand gegen Zerknittern um eine Stufe zurück.

Innerhalb der einzelnen Verwendungsklassen sind die Papiere nach steigendem geordnet; ein gleichzeitiges Steigen der Güteeigenschaften der Papiere ist an keiner Stu beobachten; man findet, besonders bei den Verwendungsklassen 3a, 3b und 4a, Papier annähernd gleichen Eigenschaften, welche mit sehr verschiedenen Preisen bezahlt worden Vergleicht man die Preise bei denjenigen Wasserzeichen-Firmen, welche in Tab. 2 mit mind 5 Papieren vertreten sind (4, 24 und 25), so ergiebt sich, daß für die Papiere der Fi besonders hohe Preise gezahlt worden sind. Eine Berechtigung hierfür kann weder an Eigenschaften der Papiere, noch aus dem Aeußeren derselben in Vergleich mit den M Mustern hergeleitet werden.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Fig. 6.

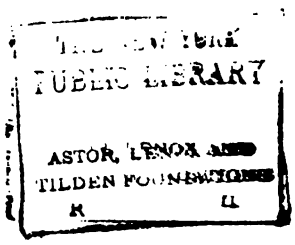
Eingussende vom Block 5.

Fig. 7.

Eingussende vom Block 6.

Fig. 8.

Längsschnitt vom Block 6.


PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.
Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XIV. Jahrgang. **1896.** Fünftes und sechstes Heft.

1. Bekanntmachung.

Es ist mehrfach vorgekommen, daß die Versuchsanstalt gegen mißbräuchliche Benutzung ihrer Prüfungszeugnisse Einspruch erheben mußte. Dieser Umstand veranlaßt mich, die Inhaber von amtlichen Prüfungszeugnissen öffentlich darauf aufmerksam zu machen, daß die Versuchsanstalt, wie bisher, gegen jede ihr zur Kenntniß kommende entstellende Wiedergabe des Inhaltes ihrer Zeugnisse in Inseraten nnd Reklamen einschreiten wird.

Die Behörden und das Publikum werden zugleich darauf aufmerksam gemacht, daß die Versuchsanstalt eine als „Auszug" gekennzeichnete sachlich richtige Wiedergabe des Inhaltes ihrer amtlichen Zeugnisse in Reklameschriften, Anzeigen u. s. w. nicht hindern kann. Sie kann es auch nicht hindern, daß veraltete Zeugnisse bei den Bewerbungen um Lieferungen benutzt werden. Man versucht hierbei zuweilen die Eigenschaften von Waaren durch alte Zeugnisse zu belegen, deren Inhalt sich auf Produkte bezieht, die ganz andere Eigenschaften besaßen, als die angebotenen. Es liegt daher im Interesse der Behörden und des Publikums, sich von den Bewerbern gegebenen Falles die Original-Zeugnisse vorlegen zu lassen und auch zu prüfen, ob der Umfang der bescheinigten Untersuchungen die Eigenschaften der angebotenen Waare vollständig klarlegt. Diese Prüfung ist deswegen erforderlich, weil die Versuchsanstalt dem Antragsteller auf seinen Wunsch über die auszuführenden Untersuchungen wohl Rath ertheilen, aber sonst Umfang und Inhalt des Antrages nicht beeinflussen kann.

Der Direktor
der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt.
A. Martens.

2. Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Etatsjahre 1895/96.

A. Mechanisch-technische Versuchsanstalt.

Personalbestand.

Mit dem am 1. April 1895 erfolgten Anschluß der ehemaligen Prüfungsstation für Baumaterialien als „Abtheilung für Baumaterialprüfung" an die mechanisch-technische Versuchsanstalt erreichten die Verwaltungs- und Büreauarbeiten einen derartigen Umfang, daß die Kanzlei und Registratur von einander getrennt und auch das Bestellwesen zusammen mit der Materialien- und Inventarverwaltung einem besonderen Beamten unterstellt werden mußten. Ferner erwies sich zur Bewältigung der täglichen umfangreichen Schreibarbeiten die Beschaffung einer Schreibmaschine als erforderlich.

Die technischen Arbeiten erfuhren in der Abtheilung für Baumaterialprüfung gegenüber der früheren Handhabung eine wesentliche Erweiterung durch die Einführung verbesserter Prüfungsverfahren und vermehrter Kontrole der benutzten Apparate. Dies bedingte eine Vermehrung des Personals der Abtheilung auf 3 Assistenten, 1 technischen Hülfsarbeiter, 1 Kanzlisten, 2 Gehülfen und 3 Arbeiter.

Das gesammte Personal der Versuchsanstalt bestand hiernach aus dem Direktor, 4 Abtheilungsvorstehern, 15 Assistenten, 12 technischen Hülfsarbeitern, Büreau- und Kanzleibeamten, 4 Gehülfen, 19 Arbeitern, 1 Büreaudiener und 1 Laboratoriumsburschen.

Vermehrung der Hülfsmittel.

Zur Durchführung des erweiterten technischen Betriebes der Abtheilung für Baumaterialprüfung mußten bauliche Aenderungen sowie erhebliche Vermehrungen der Ausrüstung dieser Abtheilung mit Maschinen und Apparaten stattfinden. Die hierzu erforderlichen Mittel wurden theils aus den Ersparnissen früherer Jahre, theils als Mehrausgaben über den Etat hinaus zur Verfügung gestellt. Beschafft wurden:

a. Zur Steinprüfung:

Ein 6pferdiger Deutzer Gasmotor; eine doppelte Kreissäge zum Schneiden von Hartgesteinen; ein horizontales Sägegatter zum Schneiden weicher Steine; eine Lindesche Kühlmaschine mit zugehörigem Kühlschrank für Gefrierversuche; verschiedene Apparate nebst Zubehör für die Bestimmung des spezifischen Gewichtes und Raumgewichtes.

b. Zur Prüfung der Bindemittel:

Eine Presse nach Amsler-Laffon mit 30 t Leistungsfähigkeit; eine Turbine nebst Vorgelege zum Betriebe von fünf Hammerwerken; eine selbstthätige Ausrückvorrichtung für drei Hammerwerke; zwei neue miteinander verkuppelte Hämmer nebst Ausrückvorrichtung; zehn Zug- und zehn Druckformen, Konstruktion Martens; ein Klebescher Rammapparat; ein Rüttelwerk, Konstruktion Tetmajer; ein Rührwerk, Konstruktion Tetmajer; ein Abbindeprüfer, Konstruktion Amsler-Laffon; ein Abbindeprüfer, Konstruktion Goodman; ein Entformer nach Michaelis; ein Volumenometer nach Mann und Dr. Erdmenger; ein Volumenometer nach Meyer; ein Heißwasserapparat nach Maclay; zwei Darrapparate nach

Tetmajer; ein großer Kochapparat; eine große Anzahl kleinerer Geräthe und Hülfsmittel, auch zur Vervollständigung der Laboratoriumseinrichtung.

c. Verschiedenes:

Die große 150 t Presse wurde mit der Druckwasserleitung verbunden.

Neu beschafft wurde: Ein Deville-Ofen nebst Gebläse; drei Tafelwaagen; drei Schuttkarren; ein Fallwerk, Konstruktion Martens; ein Laboratoriumstisch; ein Bassin und ein Gestell zum Lagern von Probekörpern.

An Bauten mußten in Folge der Veränderungen und Neubeschaffungen eine Reihe von Fundamenten aufgeführt werden, im Maschinenraum der Gasmotor mit einer Glaswand umzogen, das Dach dieses Raumes mit Oberlicht versehen werden; im Maschinenraum, im Cementraum und im Keller wurden Wasser-Zu- und -Ableitungen angelegt, ein großes Bassin für Cement- und Betonproben im Keller gemauert und Anderes mehr.

Für die übrigen Abtheilungen konnten nennenswerthe Neueinrichtungen nicht beschafft werden, weil ihr sächlicher Etat ohnehin mit umfangreichen Beschaffungen neuer Formulare und Drucksachen stark belastet war, die erforderlich wurden, da die früheren Formulare der neuen Geschäftshandhabung nicht mehr entsprachen.

Arbeiten der Anstalt.

a. In der Abtheilung für Metallprüfung

wurden insgesammt 227 Anträge erledigt, von denen 37 auf Behörden, 190 auf Private entfallen. Diese Aufträge umfassen 2932 Versuche, und zwar:

1070 Zugversuche (348 mit Stahl, 165 mit Eisen, 59 mit Kupfer, 97 mit Legirungen, 74 mit Treibriemen, 10 mit Drahtseilen, 95 mit Drähten, 39 mit Hanfseilen, 113 mit Ketten, 6 mit Rohren, 3 mit Sandsteinen, 3 mit Lapidont, 58 mit Konstruktionstheilen);

244 Druck- und Knickversuche (50 mit Eisen, 12 mit Kupfer, 12 mit Legirungen, 8 mit Rohren, 3 mit Filzproben, 6 mit Holz, 3 mit Lapidont, 92 mit Beton- und Steinproben mit Elastizitätsbestimmungen, 22 mit Eisenbahnmaterial, 36 mit Konstruktionstheilen);

62 Biegeversuche (7 mit Stahl, 27 mit Eisen, 6 mit Kupfer, 3 mit Rohren, 6 mit Holz, 13 mit Konstruktionstheilen);

48 Versuche auf Verdrehen mit Drähten;

232 Schlagversuche (22 mit Stahl, 18 mit Eisen, 12 mit Kupfer, 180 mit Schrot);

380 Kalt- und Warmbiegeproben (188 mit Stahl, 93 mit Eisen, 12 mit Kupfer, 40 mit Legirungen, 47 mit Draht);

162 Schmiedeproben mit Stahl und Eisen.

Ferner 10 Härtebestimmungen, 76 Versuche auf inneren Druck, 6 Bestimmungen des spezifischen Gewichtes, 2 Farbenuntersuchungen, 9 Versuche auf Wärmeleitungsvermögen, 1 Untersuchung von Dachpappe auf Wasserdurchlässigkeit, 1 Untersuchung von Zahnradkittglätte, 3 Aetzversuche, 1 mikroskopische Untersuchung, 4 Untersuchungen von Materialprüfungsmaschinen, Versuche mit 2 Kiessorten und verschiedene Untersuchungen anderer Art, deren Aufzählung im Einzelnen zu weit führen dürfte.

Schließlich wurden 3 Gutachten abgegeben.

Unter den bearbeiteten Prüfungsanträgen mögen hier noch folgende besonders hervorgehoben werden.

1. Bei den Untersuchungen mit cylindrischen Gefäßen und Röhren auf inneren Druck handelte es sich zum Theil darum, die Uebereinstimmung der Lieferung mit den vorgeschriebenen Bedingungen nach der Bruchdehnung der Gefäßwandungen im Umfange zu beurtheilen. Hierbei trat die Frage auf, in welchem Grade die Festigkeiten und besonders die Umfangsdehnungen durch die Längsspannungen beeinflußt werden, die bei Prüfung von cylindrischen Hohlgefäßen mit festen Böden auftreten. Um diese Frage durch den Versuch zu lösen, wurden mit Unterstützung einer anderen Behörde einschlägige Untersuchungen mit Röhren aus Materialien verschiedener Festigkeit ausgeführt. Die Rohre wurden in dankenswerther Weise von den deutsch-österreichischen Mannsmann-Röhrenwerken und Herrn C. Heckmann unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Für die Versuche wurden jedem Rohr zwei Abschnitte entnommen und von diesen immer der eine mit losen Böden versehen, während die Böden bei dem anderen fest mit der Rohrwand verbunden wurden. Die Ergebnisse sollen demnächst in den „Mittheilungen" veröffentlicht werden. Hier möge aus den letzteren kurz hervorgehoben sein, daß die Umfangsdehnungen bei den Rohren mit festen Böden und bei den verschiedenen Materialien nur 16—88 % der Dehnung bei Rohren mit losen Böden betrug. Die Belastungen an der Proportionalitätsgrenze und an der Streckgrenze lagen für das gleiche Material bei den Röhren mit festen Böden durchweg und zwar zum Theil erheblich höher, als bei den Röhren mit losen Böden, während die Bruchfestigkeit keinen bestimmten Einfluß der Art der Bodenbefestigung erkennen ließ.

2. Versuche mit Thonröhren auf inneren Druck. Im Allgemeinen werden die Rohre bei Druckproben zur Abdichtung der offenen Enden zwischen zwei mit Gummi belegte starke gußeiserne Scheiben eingespannt. Hierbei erleiden die Rohre schädliche Inanspruchnahme durch Längsdruck. Um letzteren zu vermeiden, wurde das in der Abtheilung bisher für Metallröhren gebräuchliche Verfahren der Abdichtung mit Hülfe von eingelegten U förmigen Manschetten, wie es in den „Mittheilungen" 1892, S. 101, beschrieben ist, auch auf die Thonrohre angewendet und weiter derart durchgebildet, daß es gelang, Rohre bis zu über 1 m Durchmesser ohne Nebenspannungen durch inneren Druck zum Bruch zu bringen.

3. Im Auftrage der deutschen Landwirthschaftsgesellschaft zu Berlin wurden vergleichende Versuche auf Wärmeleitungsfähigkeit mit drei Sorten Pflaster für Ställe angestellt. Die eingelieferten plattenförmigen Pflastermodelle aus Ziegel, Hartklinker und Holz wurden als Scheidewand in einen Holzkasten eingebaut und derjenige Abtheil des Kastens, dem die obere Fläche des Pflasters zugewendet lag, mit warmem Wasser angefüllt, welches ständig auf nahezu 50 C° Wärme gehalten wurde. Hierbei wurde am Thermometer beobachtet, welchen Verlauf die Fortpflanzung der Wärme durch das Pflaster nahm. Die erzielten Versuchsergebnisse ließen Unterschiede im Wärmeleitungsvermögen der drei Pflasterarten deutlich erkennen.

4. Im Auftrage eines Hüttenwerkes wurden Festigkeitsuntersuchungen mit Stahl zur Erzeugung von Gasflaschen angestellt. Sie erstreckten sich auf die rohen Blöcke, auf Rohre, die als Zwischenstufe der Flaschenerzeugung aus letzteren hergestellt waren, sowie auf die fertigen Flaschen. Sie sollten darthun, in welchem Grade die Eigenschaften des Materials im rohen Block durch die mechanische Bearbeitung bei Herstellung der Flaschen sich verändern und welchen Einfluß nachheriges Ausglühen besitzt.

5. Eine Erweiterung nicht nur des Arbeitsgebietes der Abtheilung, sondern des Materialprüfungswesens überhaupt brachte der Auftrag der Kgl. Eisenbahndirektion Cassel auf Unter-

suchung von zwei Sorten Kies und Steinschlag. Es handelte sich hierbei darum, festzustellen, welche der drei Steinsorten sich am besten zur Verwendung als Stopfmaterial beim Eisenbahnbau eignet. Die angewendeten Prüfungsverfahren wurden neu ausgebildet und so gewählt, daß in ihnen die beim Eisenbahnbetriebe auftretenden Einflüsse des Schlagens mit der Stopfhacke, des Abschleifens durch die schwingenden Bewegungen der Schwellen beim Ueberfahren eines Zuges, des Druckes durch die Belastung der Fahrzeuge und der Witterung, sowie des Frostes durch den Versuch nachgeahmt wurden. Die Ergebnisse zeigten deutlich das verschiedenartige Verhalten der untersuchten Materialien. Von ihrer Veröffentlichung ist einstweilen auf Wunsch der Antragstellerin noch Abstand genommen.

6. Unter den ausgefertigten Gutachten möge eines hervorgehoben sein, welches sich auf die Ausführung von Festigkeitsversuchen bei Materialabnahmen erstreckte. Dem Antragsteller war eine Lieferung Bleche von einem ausländischen Abnehmer zur Verfügung gestellt, weil das Material nach den Versuchen des Abnehmers den vereinbarten Bedingungen nicht entsprechen sollte. Zur Entscheidung wurde die Anstalt angerufen, welche ihr Gutachten dahin abgab, daß die Proben von dem Abnehmer in vollständig unsachgemäßer Weise durchgeführt waren, so daß deren Ergebnisse als nicht zuverlässig zu bezeichnen seien. Die Einzelheiten sind bereits in den „Mittheilungen" 1896, Heft 3, veröffentlicht. Hier sei nur noch erwähnt, daß die Abnahme des Materials auf Grund des Gutachtens der Anstalt nachträglich noch erfolgt sein soll.

Unter den sonst auf Antrag ausgeführten Untersuchungen mögen noch besonders genannt sein:

7. Versuche mit Farben. Zu den für Farben-Untersuchungen bereits im Vorjahre eingeführten und ausgebildeten Verfahren sind neu hinzugetreten diejenigen zur Prüfung auf Entmischung bei längerem Stehen sowie zur Prüfung von Emaillefarben. Eine besondere Versuchsreihe galt der Feststellung der mikroskopischen Gestalt verschiedener Farbkörper und der Vertheilung der Farbkörper in dem Firniß bei dem fertigen Anstrich.

Von den Untersuchungen im Auftrage der Ministerien wurden fortgeführt: die Dauerversuche mit Eisenbahnmaterialien, die Untersuchungen über den Einfluß der Standortsverhältnisse auf die Festigkeitseigenschaften von Tannen- und Kiefernholz und die Untersuchungen über die Festigkeit von Kupfer bei verschiedenen Wärmegraden. Zum Abschluß gebracht sind die Untersuchungen über die Festigkeitseigenschaften von Nickel-Eisen-Legirungen im gegossenen Zustande. Die Ergebnisse sind in den Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbefleißes 1896, Heft 2, und als Auszug in den „Mittheilungen" 1896, Heft 4, veröffentlicht. Neu eingeleitet sind Untersuchungen über den Einfluß des Blauwerdens auf die Festigkeit von Kiefernsplintholz und im Auftrage des Vereines für Gewerbefleiß Untersuchungen zur Ausbildung von Prüfungsverfahren, um Stahl auf seine Verwendbarkeit zu Schneidwerkzeugen zu prüfen, sowie Untersuchungen von Eisen-Nickel-Legirungen im geschmiedeten und gewalzten Zustande.

Neben den Materialprüfungen fanden, soweit hierzu irgend Zeit gefunden werden konnte, Untersuchungen zur Kontrole der eigenen Festigkeitsprobirmaschinen statt, die sich auch auf die Maschinen der Abtheilung für Baumaterialprüfung erstreckten. Hierzu dienten bisher Zugstäbe, deren Elastizitätszahl auf einer mittelst Gewichtsbelastung geprüften Maschine festgestellt war und für die dann auf allen anderen Maschinen mit richtiger Lastanzeige die gleiche Elastizitätszahl gefunden werden mußte. Die vorhandenen vier Stäbe gestatten, ohne Gefahr der Veränderung ihrer Elastizitätszahl, Probebelastungen bis zu 5, 10, 100 und 500 Tonnen.

Die drei erstgenannten sind wiederholt auch zur Prüfung fremder Maschinen auf Antrag verwendet und haben sich hierbei gut bewährt. Zur Kontrole der Maschinen der Abtheilung für Baumaterialprüfung, die nur Druckbelastungen gestatten, wurden neue Druckkörper beschafft und dann in gleicher Weise wie die Zugstäbe verwendet. Die Untersuchungen haben die Nothwendigkeit regelmäßig wiederholter Kontrolprüfungen dargethan.

Die aus der Abtheilung hervorgegangenen Veröffentlichungen:

1. Untersuchungen über den Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften von Manganbronze;
2. Untersuchungen von Verbundblechen aus Kupfer und Blei;
3. Ueber den Einfluß der Versuchslänge auf die Festigkeit von Hanfseilen und die Nothwendigkeit, ihn bei Feststellung einheitlicher Prüfungsverfahren zu berücksichtigen;
4. Versuche mit afrikanischen Hölzern;
5. Untersuchungen über den Einfluß der Kälte auf die Festigkeitseigenschaften von Eisen und Stahl und
6. Versuche mit Metallcement

erstrecken sich mit Ausnahme der unter 3 genannten Arbeit auf Untersuchungen zu Prüfungsanträgen aus dem Vorjahre, die entweder garnicht oder nur in geringem Umfange im wissenschaftlichen Interesse erweitert werden konnten. Besonders zu den unter 1 und 5 genannten Arbeiten, die den Wärmeeinfluß auf die Festigkeitseigenschaften der Metalle betreffen, wäre zur besseren Ausnutzung der Ergebnisse im Interesse der Materialkenntniß eine Erweiterung der Versuche über den Rahmen des Antrages hinaus von großer Bedeutung gewesen. Leider mußte jedoch wegen Mangel an Mitteln hiervon Abstand genommen werden.

b. Abtheilung für Baumaterialprüfung.

In dem Rechnungsjahr 1895/96 ist die Inanspruchnahme der Abtheilung seitens der Behörden und Privaten wiederum eine sehr rege gewesen. Gegenstand der Anträge waren theilweise neue Erzeugnisse, deren Eigenschaften festzustellen waren, um sie richtig bewerthen oder die Fabrikation ändern zu können, über die sich also der Fabrikant oder der Lieferant selbst Aufschluß zu verschaffen suchte. Andere Anträge bezweckten die Kontrole von Lieferungen, für welche bestimmte Eigenschaften vorgeschrieben waren. Eine ganze Anzahl von Prüfungsmethoden wurden neu eingeführt und das Arbeitsgebiet der Abtheilung dadurch wesentlich erweitert.

Die Abtheilung für Baumaterialprüfung bearbeitete 341 Aufträge mit 14334 Versuchen. Hiervon entfallen 81 Anträge auf Behörden, 260 Anträge auf Private. Die gegen die vorjährige geringere Zahl der Anträge erklärt sich damit, daß die Zählung der Prüfungsanträge in anderer Weise als früher erfolgte, indem jedem Antrage nur eine Nummer gegeben wurde, auch wenn er sich auf mehrere Materialien und auf die Ermittelung verschiedener Eigenschaften erstreckte.

Von den ausgeführten Versuchen entfallen

8395 auf Bindemittel,
5939 „ Steine aller Art und Verschiedenes.

Auf Grund der 341 Anträge wurden geprüft:

102 Cemente, 52 Bruchsteinsorten, 95 Ziegelsteinsorten, 34 Arten künstlicher Steine (außer gebrannten Thonsteinen), 34 Betonmischungen, 29 Fußbodenbeläge (Cement-, Thonplatten, Linoleum), 18 Kalkarten, 13 Arten Cement- und Thonröhren, 8 Traßarten, 8 Holz-

arten, 6 Arten von Dachziegeln (aus Cement und Thon), 6 Arten von Dachschiefer, 2 Lederſorten, 6 Thone auf Feuerfestigkeit, 4 Thone auf Wasserdurchlässigkeit u. s. w., 1 Kiessorte, 3 Sandsorten, 1 Kalk-Traßmörtel, 1 Patentmasse (Voltzsche Masse). Summa 423 Baustoffe.

Die Prüfung der Cemente, Kalke, Trasse und der daraus hergestellten Mörtel- und Betonmischungen erfolgte je nach dem Antrage und dem beabsichtigten Zweck in der als bekannt vorauszusetzenden Weise auf physikalische Eigenschaften der Mörtelbildner und auf Festigkeit in verschiedenen Mörtelmischungen bei verschiedener Erhärtungsart und in verschiedenen Altersstufen der Proben. Zum Theil wurden nur einzelne Eigenschaften oder Gruppen von Eigenschaften ermittelt. Fertig gemischte Mörtel wurden unter Anderem auch auf Verputzfähigkeit, und bereits erhärtete, aus dem Mauerwerk entnommene Mörtel- und Betonproben auf Zusammensetzung geprüft. Die für die Festigkeitsversuche erforderlichen Probekörper wurden in der Anstalt selber hergestellt.

Die Prüfung der Bruchsteine, der Ziegel und anderer künstlicher Steine wurde gleichfalls soweit ausgedehnt, als die Anträge dies gestatteten und Prüfungsverfahren bekannt sind.

Dem Verwendungszweck entsprechend wurden Fußbodenbeläge namentlich auf Abnutzbarkeit und Stoßfestigkeit, Hölzer für Stabfußböden und Sohlleder auf Abnutzbarkeit, Dachziegel auf Wetterbeständigkeit und Stoßfestigkeit geprüft.

Cement- und Thonröhren wurden auf äußeren Druck, sowie auf Säurebeständigkeit und Wasseraufnahmefähigkeit untersucht.

Die für die Festigkeitsprüfungen der Bruchsteine erforderlichen Probekörper (Würfel) wurden zum größten Theil auf den Diamantsägen der Anstalt hergestellt und auf den Druckflächen parallel und eben bearbeitet.

Außer den vorbenannten 423 Baustoffen, deren Prüfung nach bekannten Verfahren vorgenommen werden konnte, kamen noch eine Reihe besonderer Versuche zur Ausführung, für welche die Verfahren theilweise erst neu ausgebildet werden mußten.

So wurden mehrere Deckenkonstruktionen in großen Stücken auf Tragfähigkeit bei gleichmäßig vertheilter Last geprüft. Die betreffenden Decken wurden zwischen beiderseitig verschraubten I-Eisen auf dem Grundstück der Versuchsanstalt von den Leuten der Antragsteller, der Eigenart der Decken entsprechend, errichtet und mit Sand, Ziegelsteinen und Schienenstücken bis zum Bruch gleichmäßig belastet. Die Durchbiegungen wurden dabei in gewissen Abschnitten beobachtet.

Auf diese Weise wurden gerade und gewölbte Decken aus Voltzscher Masse (Gips, Kohlenasche und Aloefaser), gerade Decken aus Anton Wingens Patentsteinen (poröse Hohlsteine), Schweitzers Patent-Gitterdecken (Cementbeton mit Bandeiseneinlage) und ebene Ziegelsteindecken nach Kopp erprobt.

Die Voltzsche Masse wurde auch zum Bau eines Versuchshäuschens verwendet, welches einer Feuerprobe unterworfen wurde. Eine zweite Feuerprobe wurde auf Antrag des Gerichtes zur Entscheidung einer Streitfrage mit einem aus Bauplatten besonderer Konstruktion errichteten Häuschen vorgenommen. Die Platten, welche auch auf Tragfähigkeit in Decken geprüft wurden, tragen den Namen des Erfinders de Bruyn und bestehen im Wesentlichen aus Gips mit Schlackenstücken oder Ziegelbrocken. Beide Brandproben, bei denen die Wärme stellenweise bis auf etwa 1000 C° stieg, zeigten, daß die geprüften Stoffe sehr wohl zur Isolirung von brennbaren Bautheilen Verwendung finden können.

Auf Antrag eines anderen Gerichtes wurde ein Obergutachten im Wesentlichen darüber abgegeben, ob vorhandene Fehler in den von der klagenden Firma dem Beklagten gelieferten

Terrazzoplatten auf die Fabrikation zurückzuführen oder durch falsche Behandlung entstanden sind. Durch Versuche konnte festgestellt werden, daß die Fehler in den Platten — größere Hohlräume unter der Oberfläche — Fabrikationsfehler und nicht nachträglich entstanden waren.

Ein anderes, für das Ausland bestimmtes Gutachten wurde auf Grund der Prüfung eines Cementes, welcher eine Durchschnittsprobe aus einer Lieferung von 14000 Faß darstellte, dahin abgegeben, daß der geprüfte Cement als ein guter, den Anforderungen der preußischen Normen durchaus entsprechender Portland-Cement bezeichnet werden kann.

In einigen weiteren Fällen wurden die Anfragen der Gerichtsbehörden wie gewöhnliche Anträge ohne Abgabe besonderer Gutachten behandelt, so in einem Falle, in welchem es sich um einen Hauseinsturz handelte, der seitens des Gerichtes auf die Verwendung schlechten Betons und Fundamentmauerwerkes zurückgeführt wurde. Zu den Prüfungen waren 8 große Betonstücke aus den Säulenfundamenten, 10 Mörtelproben und 2 Mauerwerksstücke, sämmtlich von verschiedenen Stellen des Baues entnommen, eingereicht worden. Durch eingehende Untersuchungen wurde festgestellt, daß die Beschaffenheit des Betons und des Mörtels mangelhaft war und beide nicht genügend erhärtet waren. Das Ziegelmauerwerk war in unregelmäßigem Verband mit theilweise sehr dicken Fugen hergestellt, die Adhäsion des Mörtels an den Steinen war gering, einige Ziegel lagen hohl, und in den Höhlungen hatte sich ein Schlamm angesammelt, oder sie waren mit Sand ausgefüllt. Die aus den Säulenfundamenten entnommenen Ziegel ergaben nur mittlere Druckfestigkeit. Die Prüfung ergab ein ziemlich vollständiges Bild von der Beschaffenheit der verwendeten Baustoffe. —

Andere Versuche dienten neben dem praktischen Zwecke gleichzeitig wissenschaftlichen Interessen. Von ihnen mögen die folgenden, theilweise besonders umfangreichen Arbeiten hervorgehoben sein.

An Sandstein- und an Ziegelproben wurde der Einfluß eines Oberflächenhärtungsmittels auf die Festigkeit und die Wasseraufnahmefähigkeit der Steine festgestellt, wobei sich ergab, daß ein begünstigender Einfluß allerdings vorhanden, aber nur sehr gering ist. Auch der Einfluß eines Härtungsmittels auf die Oberflächenhärtung und -dichtung von Betonkörpern wurde durch besondere Versuchsreihen nur gering befunden.

Auf Antrag eines großen Verblendsteinwerkes wurden mehrere Reihen verschieden zusammengesetzter, trocken und naß gepreßter Verblendsteine und Platten eingehend geprüft und hierbei werthvolle Aufschlüsse erhalten.

Für den Bau einer Thalsperre wurden die an der Baustelle anstehenden Thonschiefer und der dort gebräuchliche schwarze vulkanische Sand, sowie Bimssand, in Verbindung mit Trierer Kalk und Traß geprüft. Es handelte sich um Feststellung der Verwendbarkeit dieser Baustoffe und namentlich darum, ob der vulkanische Sand den sonst im Rheinlande gebrauchten Rheinsand ersetzen kann, und ob eine bestimmte Kalkart sich bewährte.

Ein bedeutendes Schieferwerk beantragte die ausführliche Prüfung seiner Schiefer. Die Versuche wurden seitens der Versuchsanstalt noch durch Herstellung von Festigkeitskörpern verschiedener Form erweitert, deren Ergebnisse in den „Mittheilungen" veröffentlicht werden sollen.

Ueber die Verwendbarkeit mehrerer Hochofenschlacken verschiedenen Ursprungs, sowie eines verwitterten Granites und zweier Kunststeinsorten wurden Versuche angestellt. In dem letzten Falle ergab sich, daß der eine Kunststein vom Frost sehr schnell zerstört wurde.

Außer den vorgenannten, auf Antrag ausgeführten Prüfungen beschäftigte sich die Abtheilung noch mit folgenden Arbeiten:

1. Im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten wurden die Versuche mit Cementmörteln und Betonmischungen bei Erhärtung in Leitungswasser, in eisenhaltigem Wasser und in moorhaltigem Wasser neu eingeleitet und noch durch Versuche über die Einwirkung von Pferdejauche auf das Erhärten dieser Mischungen erweitert. Hierzu mußten 120 große Betonwürfel (400 qcm Fläche), 960 kleinere (100 qcm Fläche) und 1200 Normalprobekörper hergestellt werden.

2. Unter Mitwirkung des Vereins deutscher Portland-Cement-Fabrikanten begann die Abtheilung:

a) Die Untersuchung der preußischen Normalsande. Die vorläufigen Versuchsergebnisse sind in Heft 2 der „Mittheilungen" 1896 veröffentlicht, die Verhandlungen in Bezug auf gleichmäßige Beschaffung des Normalsandes in großen Mengen sind aber noch nicht abgeschlossen.

b) Vergleichende Untersuchungen mit den sogenannten beschleunigten Volumenbeständigkeitsproben, die auf fünf Jahre ausgedehnt sind. Hierzu sind die erforderlichen 4240 Probekörper sämmtlich bereits hergestellt.

c) Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß des Mörtel-Mischverfahrens auf Cementmörtel. Die Versuche werden noch fortgesetzt und erstrecken sich auf Ermittelung der Unterschiede des Mischens von Normalmörteln mit einem Löffel in der Schüssel, mit der Mauerkelle auf dem Tisch und in Maschinen.

3. Ein großer Theil der Prüfungsapparate wurde auf Zuverlässigkeit geprüft, die Fehler verschiedener Prüfungsverfahren wurden festgestellt, die Versuche konnten aber in Folge der starken Inanspruchnahme der Abtheilung mit den auf Antrag anzustellenden und den unter 1 und 2 erwähnten Versuchen leider noch nicht mit der erwünschten Gründlichkeit ausgeführt und zum Abschluß gebracht werden.

Zum Theil sind die Ergebnisse in Heft 3 der „Mittheilungen" 1896 veröffentlicht.

Von den Arbeiten der Abtheilung sind in den „Mittheilungen" die folgenden veröffentlicht worden:

1. Ueber Ziegelprüfung. Eine Darstellung der in der Versuchsanstalt angewendeten Verfahren zur Prüfung künstlicher gebrannter Steine.
2. Vergleichende Untersuchungen mit preußischen Normalsanden von Freienwalde.
3. Die Geräthe und Verfahren für die Prüfung von Portland-Cement in der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt.

Die im regelmäßigen Geschäftsgange erledigten 341 Anträge vertheilen sich auf die einzelnen Staaten wie folgt:

Heimath des Antragstellers	Behörden	Private	Zusammen
Preußen ohne Berlin	32	188	220
Berlin	17	26	43
Baden	1	9	10
Bayern	0	7	7
Sachsen	1	4	5
Andere deutsche Bundesstaaten . .	12	32	44
Ausland	0	12	12
	63	278	341

Im Betriebsjahr 1895/96 wurde ein Beamter der Königl. Bauverwaltung in Westerland auf Sylt in der Herstellung der Cement- und Traß-Probekörper unterrichtet.

c. Abtheilung für Papierprüfung.

In der Abtheilung für Papierprüfung wurden 687 Anträge erledigt, von denen 404 auf Behörden und 283 auf Private entfallen. Sie umfassen die Prüfung von 1041 Papiersorten, 160 Stoffproben (Tuch, Segeltuch, Zeltstoffe, Leinewand, Filz), 10 Kanevas, 2 Photographie-Kartons, 2 Cellulosesorten, 2 Halbstoffen für die Papierfabrikation, 1 Rohstoff zu gleichem Zweck, 4 Holzschliffen, 1 Filtrirmasse, 2 Dachpappen, 37 Briefmarken, 1 Trockenapparat und 1 Zugfestigkeitsprüfer.

Auf Antrag von Gerichtsbehörden wurden 3 Gutachten abgegeben.

Im ersten Fall handelte es sich um die Untersuchung einer Anzahl Briefmarken, die von einmal benutzten Postpacketadressen abgelöst und nach Entfernung des Stempels wieder verwendet sein sollten. Es wurde festgestellt, daß thatsächlich eine Anzahl der untersuchten Marken schon einmal benutzt und der Stempel auf chemischem Wege entfernt worden war.

Der zweite Fall betraf die Frage, ob das Lappig- und Welligwerden sogenannter Kanevasbogen auf einen hohen Gehalt an mineralischen Füllstoffen der Einlagebogen zurückzuführen sei. Die Untersuchung ergab, daß dies nicht der Fall sein konnte, denn die fraglichen Proben hatten einen ganz geringen Füllstoffgehalt (rund 1%).

Im dritten Fall handelte es sich um die Frage, ob ein Papier probegemäß geliefert sei. Bei der Prüfung zeigte sich, daß die Lieferung wohl hinsichtlich der Festigkeit, des Aschengehaltes und der Stoffzusammensetzung im Großen und Ganzen mit den Mustern übereinstimmte, nicht aber hinsichtlich der Leimfestigkeit.

Von den oben erwähnten 687 Anträgen gingen 31 aus dem Auslande ein. Auf die verschiedenen Länder vertheilen sich diese wie folgt:

Frankreich	7	Anträge mit	10	Papieren,	
Oesterreich	3	„ „	4	„	
Schweiz	7	„ „	12	„	
Rußland	7	„ „	41	„	
Holland	5	„ „	6	„	1 Apparat,
Schweden	1	Antrag „	—		1 Stoff,
England	1	„ „	2	„	

Die Untersuchung der 1037 Papiere erstreckte sich in den meisten Fällen auf die Feststellung der Stoff- und Festigkeitsklassen behufs Einreihung in eine der Verwendungsklassen. Bei den übrigen wurden einzelne Eigenschaften oder Gruppen von Eigenschaften für besondere Zwecke festgestellt.

Insgesammt wurden untersucht nach Ansatz

313[1])	631	Papiere,
300 (Festigkeit)	81	„
301 (Widerstand gegen Zerknittern)	86	„
302 (Aschengehalt)	95	„ 10 Kanevas, 2 Cellulosesorten,
305 (Dicke und Gewicht) . . .	6	„
306 (verholzte Fasern)	11	„
309 (mikroskopische Untersuchung) .	79	„ 4 Kanevas, 2 Cellulosesorten, 2 Halbstoffe, 1 Rohstoff, 4 Holzschliffe, 1 Filtrirmasse, 2 Dachpappen,

[1]) Vollständige Untersuchung eines Papiers nach den Ansätzen 300, 301, 302, 309 und auf Leimfestigkeit.

0	(Schätzung der Mengenverhältnisse der Faserarten) . .	66	Papiere 1 Stoff,
1	(chemische Untersuchung) . .	133	„ 73 Stoffe, 2 Photographie-Kartons,
4	(Festigkeit)	25	Stoffe,
7	(Bestimmung der Faserarten) .	49	„
8	(Fadenzahl)	12	„
0[1])	. . . . .	12	„
1[2])	. . . . .	1	Stoff,
8	(Apparatprüfung)	1	Trockenapparat, 1 Zugfestigkeitsprüfer.

Von den auf Antrag ausgeführten Untersuchungen seien als besonders bemerkenswerth h folgende erwähnt:

1. Ueber die Widerstandsfähigkeit von Ramié-, Flachs- und Hanfgeweben gegen Verstockung.
2. Vergleichende Untersuchungen zweier Packpapiere auf Wasserdurchlässigkeit.
3. Prüfung von 72 Zeltstoffen auf Wasserdichtigkeit.
4. Ueber die Ursache von schwarzen Flecken auf einem Papier.

   Die schwarzen Flecken schienen, nach den chemischen Reaktionen zu urtheilen, von Kupfer oder einer Kupferlegirung herzurühren; eingehendere Versuche konnten wegen der geringen Menge des zur Verfügung stehenden Materials nicht ausgeführt werden.
5. Prüfung von 32 Papieren auf Leimfestigkeit.

   Die Papiere wurden nach drei verschiedenen Methoden auf ihre Leimfestigkeit untersucht, wobei sich herausstellte, daß die einzelnen Papiere je nach der Art des angewendeten Prüfungsverfahrens (Leonhardi, Schluttig-Neumann, Schreibversuche) sich verschieden verhielten. Als ausschlaggebend wurden schließlich die Schreibversuche angesehen.

   Es hat sich als nothwendig herausgestellt, die Methoden zur Prüfung auf Leimfestigkeit eingehend durchzuarbeiten; Mittel hierzu sind für das nächste Etatsjahr erbeten worden.
6. Untersuchung mehrerer Kopirseidenpapiere auf Saugfähigkeit.

   Nach Angabe des Empfängers lieferten einzelne Kopirpapiere unklare Abdrücke und bei der Prüfung stellte sich heraus, daß gerade diese die größte Saugfähigkeit besaßen. Es scheint demnach, als ob für Kopirseidenpapiere sowohl eine obere, als auch eine untere Grenze der Saugfähigkeit innegehalten werden muß, um scharfe Kopien zu erzielen.
7. Untersuchung eines Papiers auf die in ihm vorhandenen Knötchen.

   Diese bestanden aus einem Gewirre von Holzschliffäserchen, die sich durch besondere Feinheit auszeichneten.
8. Eine Firma sandte der Versuchsanstalt zwei Photographie-Kartons, von denen der eine auf der unbedruckten Seite durch Berührung mit anderen, mit Bronzedruck versehenen, beschmiert war. Da dieser Uebelstand bei früher gelieferten Kartons nicht aufgetreten war, so glaubte die Firma, daß derselbe auf die verschiedene

[1]) Untersuchung eines Stoffes auf Schlichte, Stärke, Farbe, Wasserdurchlässigkeit u. s. w.
[2]) Vollständige Untersuchung eines Stoffes nach den Ansätzen 314, 316—319.

Herstellung der Kartons zurückzuführen sei; die Untersuchung zeigte in der That, daß die Kartons ganz verschieden waren.

9. Prüfung eines Pauspapiers zur Ermittelung der Ursache brauner Flecke. Die Flecke waren Eisenflecke, welche von der Preßwalze herrührten.
10. Vergleichende Untersuchung zweier Filtrirpapiere auf Wasserdurchlässigkeit und Fähigkeit, gefälltes Baryumsulfat zurückzuhalten.
11. Prüfung eines Wechselpapiers auf Radirfähigkeit.

Vier Volontäre wurden im Etatsjahre 1895/96 in der Papierprüfungsabtheilung ausgebildet; von diesen waren zwei Deutsche, einer Schwede, einer Italiener.

Von der durch Abonnements gewährten Preisermäßigung machten zwei Firmen Gebrauch, eine Handelsfirma und eine Fabrik.

Die wissenschaftlichen und statistischen Arbeiten der Abtheilung (Neuer Rohstoff für Papierindustrie; Widerstand gegen Zerknittern; Verstöße gegen Lieferungsbedingungen; Normalpapiere; Wasserzeichenpapiere; Festigkeit des Papiers; Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Festigkeitseigenschaften von Papier; Bambuspapier; Ausdauerfähigkeit der Zellstoffe; Die Schreibpapiere des Kleinhandels; Fabrikationsbücher; Gewebeprüfung; Urkundenpapier; Aschengehalt, oxydirende Bestandtheile im Papier) sind im Jahrg. 1895 der „Mittheilungen" veröffentlicht.

Die von verschiedenen Behörden für Normalpapiere gezahlten Preise zeigen theilweise erhebliche Unterschiede. So hat beispielsweise, wenn man den niedrigsten Preis, der für jede Klasse gezahlt wurde, gleich 100 setzt, eine Behörde für ein Normalpapier der Verwendungsklasse 3b 182, für ein 3a sogar 188 und für ein 4a selbst 216 gezahlt. Es kommen aber Preisunterschiede von mehr als 100 % vor. Bemerkenswerth hierbei ist noch, daß das theuere Papier nicht etwa besser als das billige, sondern im Gegentheil in mancher Beziehung geringwerthiger ist.

Das Verhältniß der im Auftrage von Behörden untersuchten genügenden Normalpapiere zu den nicht genügenden hat sich im verflossenen Jahre wieder etwas verschlechtert. Während im Vorjahre 88,0 % den Vorschriften entsprachen, genügten im letzten Jahre nur 80,4 %.

d. Abtheilung für Oelprüfung.

In der Abtheilung für Oelprüfung wurden im verflossenen Etatsjahr zu 117 Anträgen 250 Materialien untersucht. Die Prüfungen betrafen

179 Mineralöle und
25 vegetabilische und animalische Fette (worunter 1 Seifenöl).

Der größte Theil dieser Oele wurde in Rücksicht auf die Abnahmefähigkeit des Materials nach vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen geprüft. Die Thatsache, daß die nicht bedingungsgemäße Beschaffenheit von Mineralölen in den meisten Fällen auf ungenügenden Kältepunkt zurückzuführen war, macht es nothwendig, daß die Veränderungen, welche der Erstarrungspunkt von Mineralölen auf dem Transport, durch Wärmeschwankungen beim Lagern erleiden kann, beachtet werden.

Außer den genannten Materialien wurden untersucht:

1 Ceresin;
1 Walkfett, zum größten Theil aus unverseifbarem Oel bestehend;
13 Gemische von fetten Oelen und Mineralölen;
2 gefirnißte Proben von Pappe und Holz; die Prüfung bezweckte, festzustellen, ob Oelfarben bezw. Leinölfirnißanstrich vorlag;

2 Zahnradkittglätten, welche auf Säuregehalt,

2 Oelfarben, welche auf Homogenität zu untersuchen waren.

Zur Ausführung der Prüfung wurde in den durchgeschüttelten Farben kurz nach dem Durchschütteln und von Zeit zu Zeit bei mehrwöchentlichem Stehen der Farbgehalt an verschiedenen Stellen der Probe (oben und unten) bestimmt.

16 Theile zu Oelprüfungsapparaten (Thermometer und Viskosimeter);

4 Wasserproben, welche auf Petroleumgehalt zu prüfen waren. Die Prüfung sollte über das Vorhandensein einer Petroleumquelle Aufschluß geben. Petroleum war nicht nachzuweisen.

Prüfung von Kupferrohrtheilen auf Gegenwart von Fettseifen; die Untersuchung bezweckte, einen Beitrag zur Aufklärung der Ursache einer Zerstörung der Rohre im Betriebe zu liefern.

Von den auf Grund vorangegangener Prüfung abgegebenen Gutachten der Abtheilung betraf eines die Reinheit und Verwendbarkeit eines Oeles für Cylinderschmierung, ein anderes die Gegenwart fremder Zusätze und metallschädlicher Stoffe in zwei bei einer Eisenbahnbehörde benutzten Lokomotivschmierölen. Ein weiteres Gutachten betraf eine Zollstreitigkeit und behandelte die Frage, in wie weit ein hochsiedendes dunkles Mineralöl im Sinne des amtlichen Waarenverzeichnisses als Rückstand von der Verarbeitung des Petroleums zu betrachten sei.

Die Abonnementsvergünstigung der Abtheilung wurde im vergangenen Jahr von drei Behörden und drei Privaten benutzt.

Von wissenschaftlichen Arbeiten sind folgende ausgeführt worden:

1. In Folge von Bedenken, die gegen die Anwendung des Ringbrenners beim Englerschen Apparat erhoben worden waren, wurde eine Untersuchung dieser Frage vorgenommen; es wurde festgestellt, daß bei mäßig hohen Wärmegraden (20—50 C°) durch Anwendung des Ringbrenners die Ergebnisse nicht beeinflußt werden. Bei sehr hohen Wärmegraden findet in Folge geringer Ueberhitzung des Viskosimeterbodens eine geringe Beeinflussung der Ergebnisse statt, ohne daß indessen deren Vergleichbarkeit beeinträchtigt wird.

2. Die Untersuchung über die Zuverlässigkeit der von Henriques vorgeschlagenen Methode der kalten Verseifung ergab, daß das Verfahren brauchbare Resultate liefert. Die Erwartung, daß die Methode eine wesentlich größere Genauigkeit gegenüber der sonst üblichen warmen Verseifung zur Bestimmung der Verseifungszahl darbieten würde, konnte nicht bestätigt werden.

3. Die früher in Angriff genommenen Untersuchungen über die Aenderung der Gefriergrenze von Mineralölen und den Einfluß der Zeitdauer der Abkühlung auf den Erstarrungspunkt der fetten Oele wurden weitergeführt und hatten folgendes Ergebniß: Nicht nur bei dunklen, residuenhaltigen, sondern auch bei hellen Destillat-Mineralölen können in einzelnen Fällen durch schwaches Erhitzen Verschiebungen der Gefriergrenze um mehrere Grade stattfinden. Die meisten Rüböle können durch 10stündiges bis 1tägiges Abkühlen auf 0° unter zeitweiser Bewegung zum Erstarren gebracht werden, während bisher —2 bis —3° als gewöhnliche Erstarrungsgrenze des Rüböls angesehen wurde.

4. Versuche über die qualitative Unterscheidung von Petroleumbenzin und Steinkohlenbenzin (Benzol) ergaben, daß das verschiedene Lösungsvermögen beider Benzine für Asphalt ein gutes Erkennungsmittel für Benzol in Petroleumbenzin darbietet. Dagegen

lassen die verschiedenen Färbungen, mit denen sich Jod in dem einen oder anderen Benzin löst, nur grobe Zusätze (wenigstens 50%) erkennen.

5. Durch neue Untersuchungen über den qualitativen Nachweis unverseifbarer Oele in fetten Oelen wurde festgestellt, daß sich mittelst der für diesen Zweck in der Anstalt benutzten Vorprobe Zusätze von Mineralöl bis zu 1,25%, Harzöl bis zu 12%, Braunkohlentheeröl bis zu 3% herab verrathen.

6. Bei Untersuchungen über den Chlorgehalt einer Probe Adeps Lanae N.W.K. zeigte sich, daß der Gehalt des zur Prüfung benutzten, als angeblich chlorfrei gelieferten Kalisalpeters an Chlorat bezw. Perchlorat eine Hauptfehlerquelle bei dieser Prüfung bildet. In der untersuchten Adeps Lanae-Probe konnten nur Spuren Chlor nachgewiesen werden, welche sich der quantitativen Bestimmung bei Anwendung von 2,3 g Fett entzogen.

7. Die Prüfung des im vorjährigen Bericht erwähnten wasserlöslichen Vaselinöls, welches sich in Folge seiner leichten Emulgirbarkeit mit Wasser, sowie wegen seines Rostschutzvermögens in dieser Mischung und der leichten Herstellbarkeit der letzteren als geeignetes Schmiermittel für Werkstattsmaschinen erwies, hatte das folgende interessante Ergebniß: Das leichte Emulgirungsvermögen des Oeles wird durch seinen Gehalt an Ammoniakseife verursacht; da letztere sich allmählich in freies Ammoniak und freie Fettsäure von selbst zersetzt, so hat das Oel die Eigenschaft, gleichzeitig freie Fettsäure zu enthalten und Ammoniakdämpfe an die Luft abzugeben.

Die Veröffentlichungen der Abtheilung betrafen, außer den vorgenannten Untersuchungen, die bereits im vorjährigen Bericht besprochenen Versuche über den Harzgehalt und die Verharzungsfähigkeit der Mineralschmieröle, ferner die Ergebnisse der vergleichenden Schmierölunterſuchungen, welche in den Jahren 1889 bis 1894 im Auftrage des Herrn Ministers für Handel und Gewerbe ausgeführt worden waren. Aus dem über diese Untersuchungen vom Abtheilungsvorsteher Dr. Holde erstatteten Bericht ist Folgendes hervorzuheben:

Die vergleichende Untersuchung der einzelnen Oele und Mischungen konnte manche unbestimmten und widersprechenden Anschauungen über den Werth des einen oder anderen Schmiermittels in der Praxis aufklären und hatte zum Ergebniß, daß die Mineralöle den handelsüblichen pflanzlichen und thierischen Oelen wesentlich überlegen sind:

1. in Folge ihrer geringen Veränderlichkeit beim Stehen in dicken und dünnen Schichten,
2. in Folge ihres tiefliegenden Gefrierpunktes, wenigstens soweit russische Oele in Betracht kommen,
3. in Folge ihrer Unzersetzlichkeit bei Einwirkung gespannten Wasserdampfes.

Von den pflanzlichen Oelen verhielten sich die Rüböle und zwar in erster Linie die raffinirten Oele erheblich ungünstiger als die Olivenöle, Spermacetiöle, Ricinusöle. Die letzteren nähern sich bezüglich ihrer geringen Veränderlichkeit den Mineralölen. Durch Beimischung von Mineralölen zu Rüböl werden die ungenügenden Eigenschaften der letzteren in sehr günstiger Weise beeinflußt; hieraus erklärt sich die weitverbreitete Anwendung, welche diese Mischungen zum Theil noch besitzen. Der Zusatz des Rüböls kann aber auch auf gewisse ungünstige Eigenschaften, z. B. leichtere Entflammbarkeit, des Mineralöls verbessernd wirken. Die Gegenwart von Asphalt, Kautschuk und Paraffin in den flüssigen Mineralölen giebt zu Beanstandungen keinen Anlaß, wenn diese Stoffe völlig gelöst sind und sich bei den in Frage kommenden Gebrauchswärmen der Oele nicht abscheiden. Bedingung ist, daß diese Oele den in verschiedenen Betrieben gestellten besonderen Anforderungen genügen.

Andererseits ergiebt sich aus den Versuchen mit jenen Mischungen, daß das Vorhandensein beträchtlicher Mengen jener Zusätze zu Unzuträglichkeiten Veranlassung geben kann.

Insbesondere dürfen die Zusätze nicht in solchen Mengen vorhanden sein, daß dadurch die homogenflüssige Beschaffenheit des Materials Einbuße erleidet.

Von den bislang als minderwerthig betrachteten Oelen: Baumwollsaatöl, Erdnußöl, Sesamöl, Harzöl u. s. w., käme höchstens gut raffinirtes Harzöl als Zusatz zu Mineralölen in Betracht, doch ist vor Verwendung des Oeles stets eine vorangehende Untersuchung seiner Veränderlichkeit erforderlich.

Der Besuch der Anstalt durch Interessenten war ein äußerst reger, auch von Ausländern. Außerdem boten mehrere Dienstreisen den Beamten der Anstalt Gelegenheit, mit den Kreisen der Industrie in persönliche Berührung zu treten. Zu nennen sind hier die Reisen

a) des Direktors
   1. nach Siegen zwecks Verhandlungen über die Einführung von einheitlichen Verfahren zur Prüfung von Hartgußwalzen;
   2. nach Remscheid zum Studium der Erzeugung von stählernen Gasflaschen;
   3. nach Düsseldorf zur Theilnahme an den Verhandlungen des Vereines der deutschen Eisenhüttenleute;
b) des Abtheilungsvorstehers Rudeloff in die fiskalischen Forsten zwischen Eberswalde und Oderberg zwecks Besichtigung der aus dem Windbruch vom Februar 1894 stammenden und für Versuchszwecke im Walde gelagerten Kiefernstämme, sowie zur Auswahl von Holzproben für Untersuchungen über den Einfluß des Blauwerdens auf die Festigkeitseigenschaften von Kiefernsplintholz;
c) des Abtheilungsvorstehers Gary
   1. nach dem Schießplatz bei Kunersdorf zum Studium der Sprengwirkungen schwerer Geschosse auf Beton- und Mauerwerkskörper;
   2. nach Freienwalde zur Besichtigung der Quarzsandgruben zur Regelung der einheitlichen Gewinnung von Normalsand.

Außerdem nahmen der Direktor und der Abtheilungsvorsteher Gary an der internationalen Konferenz zur Vereinbarung einheitlicher Verfahren zur Prüfung von Bau- und Konstruktionsmaterialien zu Zürich Theil. Als Vorstandsmitglied des zu Zürich gegründeten Verbandes für die Materialprüfung der Technik nahm der Direktor ferner an einer Sitzung in Wien Theil.

B. Chemisch-technische Versuchsanstalt.

Die Thätigkeit der Chemiker wurde während des Etatsjahres 1895/96 durch folgende umfangreiche Arbeiten in Anspruch genommen:

1. durch Versuche über die Bestimmung des Sauerstoffs in Stahl und über das Verhalten des Stahles beim Glühen im Vakuum;
2. durch Versuche über die Siedepunktsbestimmung von Petroleum;
3. durch Versuche über die quantitative Bestimmung von Harzen in Oelfirnissen;
4. durch Versuche über die Bestimmung des Destillationsrückstandes von Petroleum und Benzin;
5. durch Prüfung der Methode der Bestimmung des Heizeffektes durch Verbrennen in komprimirtem Sauerstoffgas;
6. durch Versuche über die Bestimmung von Tellur und Selen in metallischem Kupfer.

Außer diesen Untersuchungen wurden in dem genannten Etatsjahr 549 Analysen erledigt. Von diesen entfielen auf Reichsbehörden 65, Staatsbehörden 281, Private 203, und zwar klassifiziren sich dieselben nach Art der Materien wie folgt:

a. Anorganische Materien.

Metalle und Legirungen 118; Mineralien und Erze 15; Thon, Schiefer, Ziegelsteine, Schlacken 6; Kalk, Mörtel, Cement, Traß 18; Mineralfarben 46; Wasser 44; Gase 3; Laugen, Salze, Soolen 8; Verschiedenes 61. Summa 319.

Von den 118 Analysen von Metallen und Legirungen entfallen auf: Eisen, Stahl und Stahllegirungen 70; Kupfer 8; Zinn 4; Zink 5; Bronze 3; andere Metalle 7; andere Metalllegirungen 21.

b. Organische Materien.

Fette, fette Oele, Mineral- und Theeröle 39; Kohlen, Briquettes und Koks 107; andere organische Stoffe (Seifen, Papier u. s. w.) 56. Summa 202.

c. Tinten.

Der Klasse I angehörend 24; der Klasse II angehörend 4. Summa 28.

---

3. Cementuntersuchungen aus den Betriebsjahren 1893/94 bis 1895/96.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

Die letzte Veröffentlichung der in der Versuchsanstalt ermittelten Versuchsergebnisse mit Cementen ist in Heft 4 der „Mittheilungen" vom Jahre 1893 erfolgt. Damals und bei früheren Veröffentlichungen sind die einzelnen Versuchsreihen nach dem Eingang der Prüfungsanträge geordnet unter einander aufgeführt und — soweit die Antragsteller dies gestatteten — ist der Name des Antragstellers bezw. des Cementfabrikanten mit veröffentlicht worden.

Dieses Vorgehen hat vielfache Mängel. Die Veröffentlichung ungenügender Versuchsergebnisse unter Firmennennung wird selten gestattet und die Folge ist, daß nur die besten Ergebnisse der Erzeugnisse jeder einzelnen Fabrik unter Nennung ihrer Firma bekannt werden, während die möglicherweise gefundenen für die Erzeugnisse minder guten Resultate unter der Bezeichnung „Ursprungsangabe nicht gestattet" verschwinden; andererseits wurde zuweilen von einer Behörde die Veröffentlichung schlechter Versuchsergebnisse unter Nennung der liefernden Cementfabrik gestattet, wo vielleicht der Cement durch einen — von der Fabrik etwa unabhängigen — Zufall verdorben war. In beiden Fällen kann unter Umständen ein falsches Bild von der Leistungsfähigkeit einer Fabrik entstehen.

Ferner wurden früher diejenigen Cementmarken, welche von den Fabrikanten selbst zur Prüfung eingeschickt wurden, nicht scharf von denen getrennt, die seitens der Konsumenten und Händler eingingen. Es läßt sich denken, daß hierin ein wesentlicher Unterschied besteht. Der Handelscement weist in den meisten Fällen andere Eigenschaften auf, als ein Cement, der von der Fabrik eingeschickt wird, um ein Zeugniß über die Güte des Produktes zu erhalten.

Aus den genannten Gründen soll in Zukunft die Veröffentlichung der in der Versuchsanstalt mit Cementen gefundenen Versuchsergebnisse in anderer Anordnung erfolgen. Für

jede Cementfabrik wird laufend ein Verzeichniß geführt, in welches alle ihre Cemente betreffenden Prüfungsergebnisse eingetragen werden. Diese Ergebnisse sollen alljährlich unter wechselnder Buchstaben- oder Ziffernbezeichnung in den „Mittheilungen" veröffentlicht werden. Die Nennung der Firmen und der Antragsteller soll in Zukunft unterbleiben, damit die Veröffentlichungen keinen Anlaß zu geschäftlicher Ausbeutung geben.

Die Eintragungen werden getrennt in:

1. Cemente, welche von ihren Fabrikanten eingereicht wurden, veröffentlicht mit dem Index 1 an der Buchstaben- oder Ziffernbezeichnung (vergl. Tab. 2, Spalte 2);
2. Cemente, welche von Konsumenten und Händlern eingereicht wurden, veröffentlicht mit dem Index 2 an der Buchstaben- oder Ziffernbezeichnung;
3. Cemente, deren Ursprung der Versuchsanstalt nicht bekannt ist.

Die letztere Reihe soll der Vollständigkeit wegen mit aufgenommen werden, damit die Veröffentlichung ein möglichst allgemeines Bild des jeweiligen Standes der deutschen Cementfabrikation giebt.

Auf diese Weise hofft die Versuchsanstalt einen Ueberblick über die Produkte jeder einzelnen Fabrik zu gewinnen, und wird es den Fabrikanten ermöglicht, ihre Erzeugnisse, die aus dem Handel kommen, zu kontroliren.

In den nachstehenden Tabellen 2 ist mit der Zusammenstellung der Prüfungsergebnisse der in den Betriebsjahren 1893/94 bis 1895/96 geprüften Cemente der Anfang gemacht worden. Die äußere Anordnung der Tabellen 2 schließt sich der früheren Gestaltung an.

Wegen der Art der Ausführung der einzelnen Versuche darf auf die Veröffentlichung des Verfassers in Heft 3, Jahrgang 1896, der „Mittheilungen" verwiesen werden. Zu erwähnen ist indessen, daß die Ausführung der Druckversuche mit Mörteln aus 1 Cement und 3 Sand erst seit dem Jahre 1895 mit der Amsler-Laffonschen Presse erfolgt, während früher hierzu die 150 t-Presse der Abtheilung benutzt wurde, die noch jetzt in allen den Fällen herangezogen wird, wo die Amsler-Presse nicht ausreicht, also z. B. bei der Prüfung des reinen Cementes in höheren Altersklassen.

Die Pressen werden häufig auf ihre Richtigkeit geprüft.

Für die nach Raumtheilen hergestellten Mörtelmischungen sind, wenn nichts Anderes bemerkt ist, die Gewichte der Mörtelstoffe für den eingelaufenen, d. h. lose eingefüllten Zustand (Spalte 5a der Tabelle 2) zu Grunde gelegt worden.

Der verwendete Normalsand wog lose eingefüllt 1,399—1,410 kg, fest eingerüttelt 1,640—1,690 kg.

Die Erhärtung der Probekörper erfolgte, wenn nichts Anderes angegeben ist, normengemäß, d. h. einen Tag im feuchten Raume an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser.

Die Proben auf Volumbeständigkeit nach den Normen wurden von allen Cementen bestanden mit Ausnahme des Cementes ohne Ursprungsangabe Nr. 187, der augenscheinlich kein Portlandcement gewesen ist.

Die in die Tabellen aufgenommenen Cemente sind im Allgemeinen Portlandcemente oder wurden doch als solche eingeschickt. Ausnahmen sind unter der Rubrik „Bemerkungen" kenntlich gemacht.

Aus den Tabellen 2 ist ersichtlich, wie außerordentlich verschieden die Handelscemente derselben Firma oft zur Zeit der Prüfung sind.

Tabelle 1. Uebersicht über die Ergebnisse der Cementprüfungen 1879/80 bis 1895/96.

Betriebsjahr	Gesammtzahl der geprüften Cemente	Anzahl der auf 28 Tage Zugfestigkeit geprüften Cemente	Zugfestigkeit kg/qcm						Druckfestigkeit kg/qcm						Anzahl der auf Mahlung geprüften Cemente	900-Maschensieb					
			unter 16		zwischen 16 und 20		über 20		unter 160		zwischen 160 u. 200		über 200			über 10		zwischen 10 und 5		unter 5	
																Prozent Rückstand					
			Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%		Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1879/80	25	22	7	**31,8**	1	**4,5**	14	**63,6**	3	—	—	—	—	—	25	13	**52,0**	6	**24,0**	6	24
1880/81	43	38	6	**15,8**	9	**23,7**	23	**60,5**	—	—	1	—	—	—	43	5	**11,6**	12	**27,9**	26	60
1881/82	83	77	15	**19,5**	33	**42,9**	29	**37,7**	—	—	1	—	—	—	83	30	**36,1**	31	**37,3**	22	26
1882/83	63	57	27	**47,4**	17	**29,8**	13	**22,8**	—	—	—	—	—	—	63	26	**41,3**	16	**25,4**	21	33
1883/84	80	78	14	**17,9**	24	**30,8**	40	**51,3**	14	**73,7**	4	**21,0**	1	**5,3**	80	30	**37,5**	22	**27,5**	28	35
1884/85	99	90	27	**30,0**	29	**32,2**	34	**37,8**	12	**41,4**	7	**24,1**	10	**34,5**	98	42	**42,9**	17	**17,3**	39	39
1885/86	115	109	27	**24,8**	30	**27,5**	52	**47,7**	6	**26,1**	4	**17,4**	13	**56,5**	115	37	**32,6**	33	**28,7**	45	39
1886/87	72	68	15	**22,1**	18	**26,5**	35	**51,5**	5	**25,0**	6	**30,0**	9	**45,0**	72	17	**23,6**	27	**37,5**	28	38
1887/88	105	103	29	**28,2**	32	**33,0**	42	**40,8**	30	**56,6**	13	**24,6**	10	**18,9**	105	3	**2,9**	13	**12,4**	89	84
1888/89	147	137	31	**22,6**	59	**43,1**	47	**34,3**	50	**41,3**	38	**31,4**	33	**27,3**	147	1	**0,7**	3	**2,0**	143	97
1889/90	113	105	27	**27,3**	38	**38,4**	34	**34,3**	16	**19,0**	25	**29,8**	43	**51,2**	113	—	—	3	**2,7**	110	97
1890/91	119	113	16	**14,3**	43	**38,4**	53	**47,3**	28	**32,9**	26	**30,6**	31	**36,5**	119	—	—	—	—	119	100
1891/92	99	80	8	**10,1**	26	**32,9**	45	**57,0**	15	**24,6**	26	**42,6**	20	**32,8**	99	—	—	5	**5,1**	94	94
1892/93	116	107	13	**13,5**	21	**21,9**	62	**64,6**	23	**29,9**	30	**39,0**	24	**31,2**	116	—	—	2	**1,7**	114	98
1893/94	70	52	3	**5,8**	6	**11,5**	43	**82,7**	5	**15,1**	16	**48,5**	12	**36,4**	69	—	—	1	**1,5**	68	98
1894/95	92	86	4	**4,7**	31	**36,0**	51	**59,3**	18	**29,5**	27	**44,3**	16	**26,2**	92	—	—	1	**1,1**	91	98
1895/96	97	86	11	**12,8**	31	**36,0**	44	**51,2**	28	**36,4**	35	**45,5**	14	**18,2**	87	2	**2,3**	2	**2,3**	83	95

Wo mehrere Cemente derselben Fabrik geprüft sind, ergiebt die Zusammenstellung ein deutliches Bild von der Gleichmäßigkeit oder Ungleichmäßigkeit der Fabrikation. Als Beispiel sei auf die Marken C, E, H, M, P, T, f, II, XIII und auf die Marken K und W hingewiesen.

Wenn Cemente derselben Fabrik einmal von der Fabrik selbst, das andere Mal von einem Konsumenten eingeschickt worden sind, ergaben sich für die ersteren fast regelmäßig höhere Festigkeitswerthe, wie z. B. die Marken F, M, S, T, U, V, Z, f, g, l beweisen; nur vereinzelt tritt der umgekehrte Fall ein.

Zur Beurtheilung des Gesammt-Ergebnisses, welches die ganze Reihe der Cementprüfungen der letzten drei Jahre darstellt, ist es nothwendig, einen Rückblick auf die Entwickelung der deutschen Cement-Industrie zu werfen, so weit sie sich durch die in der Versuchsanstalt ausgeführten Prüfungen beurtheilen läßt.

Tabelle 1 giebt eine Uebersicht über die seit dem Jahre 1879 ausgeführten Versuche mit Cementen. Die geprüften Cemente sind nach der Höhe ihrer Zug- und Druckfestigkeit und nach ihrer Mahlfeinheit getrennt ausgezählt worden.

Die Prüfung der Cemente begann in Deutschland erst nach der durch den preußischen Herrn Unterrichtsminister verfügten Einsetzung der Prüfungsnormen vom 12. November 1878 größeren Umfang anzunehmen.

Die Zahl und der Umfang der Prüfungen nahm bis zum Jahre 1887 stetig zu, in welchem Jahre die gesteigerten Anforderungen, welche man an den Portlandcement zu stellen sich gewöhnt hatte, in dem Erlaß der revidirten Normen vom 28. Juli 1887 ihren Ausdruck fanden.

Bis dahin hatte man sich begnügt, eine Zugfestigkeit der Mischung aus 1 Gew.-Thl. Cement und 3 Gew.-Thl. Normalsand nach 28 Tagen Erhärtung unter Wasser von mindestens

10 kg/qcm und nicht mehr als 20 % Rückstand auf dem 900-Maschensiebe als Mindestmaß zu verlangen.

Es ist aus der Tabelle klar ersichtlich, daß von Anbeginn an die weitaus meisten der geprüften Cemente diesen geringen Anforderungen genügten. Nur sehr wenige Portlandcemente genügten den Bedingungen der alten Normen nicht, wie aus nachstehender Zusammenstellung hervorgeht.

Betriebsjahr	Anzahl der Cemente		Geprüft wurden überhaupt
	unter 10 kg/qcm Zugfestigkeit	über 20 % Rückstand auf dem 900-Maschensieb	
1879/80	—	2	25
1880/81	1	—	43
1881/82	3	1	83
1882/83	4 davon 2 verdorben	1	63
1883/84	1	4	80
1884/85	2	3	99
1885/86	—	—	115
1886/87	—	1	72

Dagegen ist die Zahl der Cemente mit hoher Zugfestigkeit bis 1887 ständig größer geworden.

Mit dem steigenden Wettbewerb wurde auch die Feinheit der Mahlung immer mehr erhöht; damit ging eine Steigerung der Druckfestigkeit Hand in Hand, die erst im Jahre 1883 größere Beachtung fand und mit Erlaß der revidirten Normen im Jahre 1887 in einer Mindesthöhe von 160 kg/qcm, bei gleichzeitiger Steigerung der Normen-Zugfestigkeit auf 16 kg/qcm gefordert wurde.

Wie schnell sich die Industrie den an den Cement gestellten wesentlich höheren Anforderungen angepaßt hat, geht aus der zeichnerischen Darstellung der Aenderungen der Zug- und Druckfestigkeitshöhe der Normalmörtel und der Feinheit der Cementmahlung in Fig. 1 bis 3 hervor.

In den Figuren ist auf den den einzelnen Jahrgängen entsprechenden Ordinaten die Anzahl der Cemente in Prozenten der überhaupt geprüften Cemente aufgetragen, welche ergaben:

1. eine Zugfestigkeit von mehr als 20 kg/qcm,
   „ „ „ zwischen 20 und 16 kg/qcm,
   „ „ „ unter 16 kg/qcm;
2. eine Druckfestigkeit von mehr als 200 kg/qcm,
   „ „ „ zwischen 200 und 160 kg/qcm,
   „ „ „ unter 160 kg/qcm;
3. einen Rückstand auf dem 900-Maschensieb von mehr als 10 %,
   „ „ „ „ „ „ zwischen 10 und 5 %,
   „ „ „ „ „ „ weniger als 5 %.

1. Fig. 1 zeigt in den Ausgleichslinien, daß bis zur Einführung der neuen Normen die Zahl der Cemente mit weniger als 16 kg/qcm und mit mehr als 20 kg/qcm Zugfestigkeit im Mittel aus den einzelnen Jahren nahezu gleich groß war, etwa 25 bezw. 45 % betrug. Immer hat die Zahl der Cemente mit höherer Zugfestigkeit überwogen.

Mit den erhöhten Anforderungen der neuen Normen ist die Zahl der diesen Anforderungen nicht genügenden Cemente ständig zurückgegangen, die Zahl der Cemente mit hoher

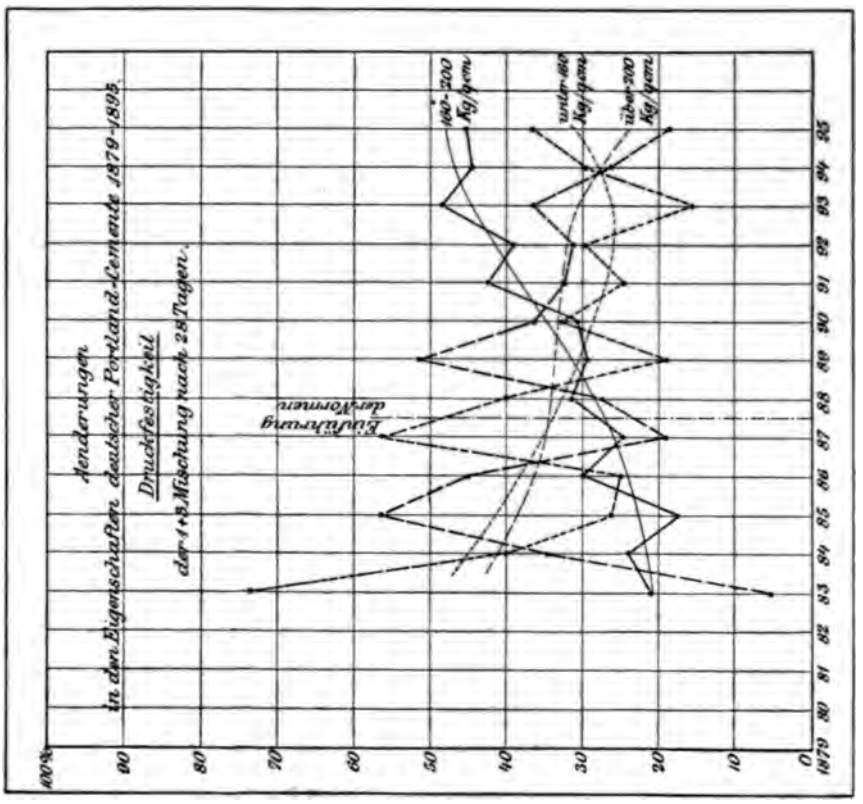

Aenderungen
in den Eigenschaften deutscher Portland-Cemente 1879-1895.
Druckfestigkeit
der 1+3 Mischung nach 28 Tagen.
Einführung der Normen
160-200 Kg/qcm
unter 160 Kg/qcm
über 200 Kg/qcm
100%
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1879 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95

Fig. 2.

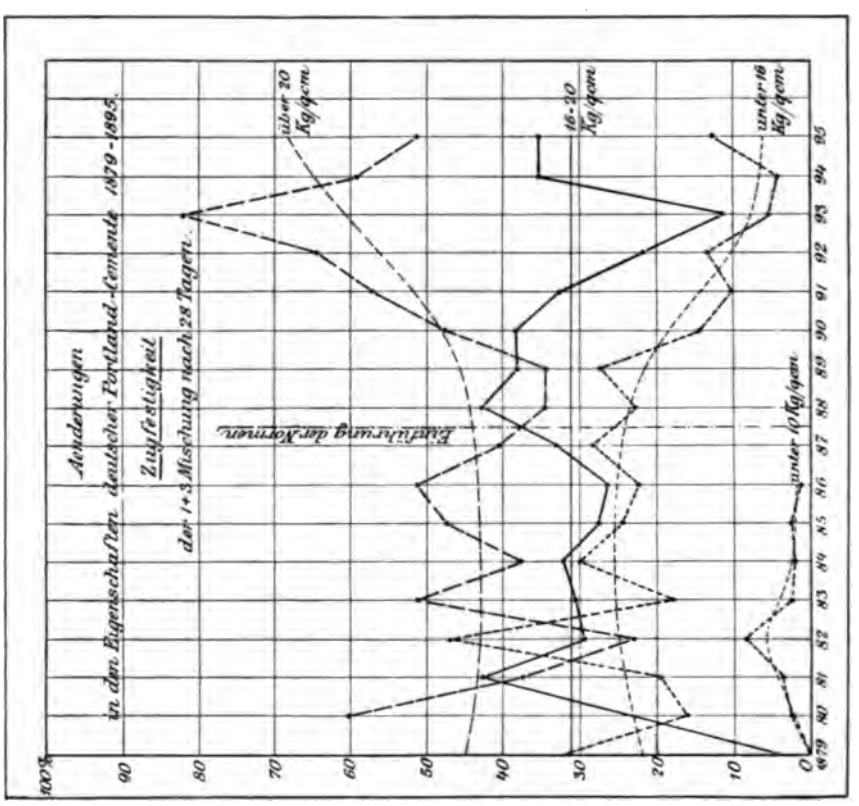

Aenderungen
in den Eigenschaften deutscher Portland-Cemente 1879-1895.
Zugfestigkeit
der 1+3 Mischung nach 28 Tagen.
Einführung der Normen
über 20 Kg/qcm
16-20 Kg/qcm
unter 16 Kg/qcm
unter 10 Kg/qcm
100%
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1879 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95

Fig. 1.

Zugfestigkeit (über 20 kg/qcm) dagegen gestiegen. Die Cemente mit mittlerer Zugfestigkeit haben vom Jahre 1879 an im Mittel immer etwa 30% der geprüften Cemente betragen. Erhebliche Verschiebungen zeigt auffallender Weise nur das Betriebsjahr 1893/94. Die Zahl der den alten Normen in Bezug auf Zugfestigkeit nicht genügenden Cemente mit weniger als 10 kg/qcm ist, wie die entsprechende Kurve zeigt, immer gering gewesen und hat in den einzelnen Jahren nur wenig geschwankt.

2. Die Ausgleichslinien der Fig. 2 zeigen, daß die Zahl der Cemente mit weniger als 160 kg/qcm Druckfestigkeit ständig geringer geworden ist und erst seit 1893/94 sich wieder etwas zu erhöhen scheint.

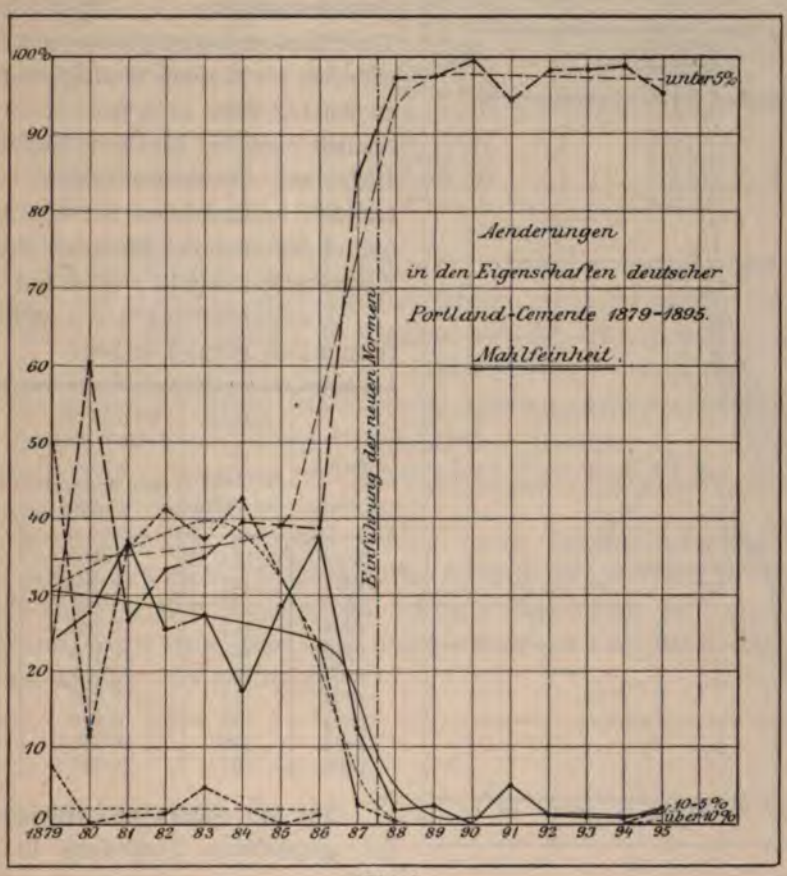


Fig. 3.

Aber auch die Zahl der Cemente mit sehr hoher Druckfestigkeit wird im Laufe der Jahre geringer. Dem entspricht ein ständiges Anwachsen der Zahl der Cemente mit mittlerer Druckfestigkeit (zwischen 160 und 200 kg/qcm). Die Ueberschneidung der Linien fällt mit der Zeit der Einführung der neuen Normen zusammen.

3. Die Ausgleichslinien der Fig. 3 zeigen, wie die Zahl der Cemente, welche den alten Normen in Bezug auf Feinheit der Mahlung nicht genügten und mehr als 20% Rückstand auf dem 900-Maschensieb hatten, von Anfang an sehr gering war, im Mittel etwa nur 2%, wie aber auch die Zahl der Cemente mit mehr als 10% Rückstand vom Jahre 1883/84 an ständig zurückgegangen ist und bei Einführung der neuen Normen schon nahezu

Null erreicht hatte. Entsprechend ist auch die Zahl der Cemente mittlerer Feinheit ständig, besonders schnell aber vor Einführung der neuen Normen zurückgegangen, während die Zahl der siebfeinsten Produkte (mit weniger als 5% Rückstand) sehr schnell gestiegen ist und seit Einführung der neuen Normen im Mittel etwa 97% beträgt.

Alle drei Figuren beweisen auf das Deutlichste, wie ausgezeichnet sich die deutsche Cement-Industrie den selbstgeschaffenen Vorschriften in Bezug auf Eigenschaften der in den Handel kommenden Produkte anzupassen verstanden hat. Die Einführung der neuen Normen bedeutet einen Umschwung der gesammten Portlandcement-Industrie.

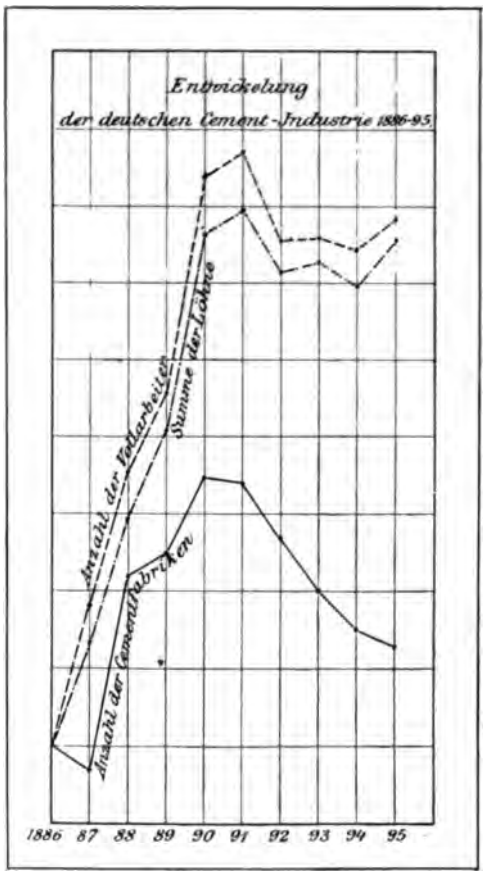


Fig. 4.

Von Interesse dürfte es sein, neben dem Entwickelungsgange der Eigenschaften der in Deutschland erzeugten Portlandcemente die Entwickelung der deutschen Portlandcement-Industrie an sich ins Auge zu fassen. Diese wird verdeutlicht durch die jährlichen Mittheilungen der Steinbruchs-Berufsgenossenschaft, welcher die deutschen Cementfabriken mit dem Inkrafttreten des Reichs-Unfallversicherungs-Gesetzes vom Bundesrathe zugetheilt worden sind.

Die Entwickelung der deutschen Cement-Industrie ist hiernach folgende:

Jahr	Anzahl der Cement-fabriken	Anzahl der Vollarbeiter[1]) zu je 300 Arbeits-tagen	Löhne in Mark
1886	124	11 883	8 263 437
1887	121	13 610	9 555 614
1888	146	15 352	11 108 539
1889	149	16 388	12 294 665
1890	159	19 174	14 839 656
1891	158	19 503	15 166 627
1892	151	18 390	14 321 797
1893	144	18 408	14 491 076
1894	139	18 257	14 140 263
1895	137	18 656	14 729 909

Aus den Zahlen und deutlicher noch aus der zeichnerischen Darstellung in Fig. 4 ist sichtbar, wie die gesammte Cement-Industrie in den Jahren 1890/91 ihre höchste Blüthe erreicht hat. Das deckt sich ziemlich genau mit den Darstellungen in Fig. 1—3. Zu der Zeit der höchsten Blüthe der Industrie sind auch die erzeugten Produkte die besten gewesen.

Leider stehen über die erzielten Preise keine statistischen Angaben zu Gebote und auch die Höhe der Produktion in den einzelnen Jahren ist nur so weit bekannt, als die Angaben der Mitglieder des Vereins deutscher Portlandcement-Fabrikanten, die allerdings den weitaus

[1]) Der Begriff der Vollarbeiter ist für statistische Zwecke eingeführt worden. Man erhält die Zahl der Vollarbeiter, wenn man die Summe der im Jahre von den wirklich beschäftigten Arbeitern geleisteten Arbeitstage durch 300, der mittleren jährlichen Arbeitszeit, dividirt.

größten Theil des deutschen Cementes erzeugen, reichen. Darnach ist die Produktion der Vereinsmitglieder die folgende gewesen:

Jahr	Zahl der Fabriken	Jahresproduktion in Fässern zu 170 kg netto	Auf eine Fabrik durchschnittlich Fässer
1882	32	3 050 000	95 313
1883	34	4 000 000	117 647
1884	37	4 700 000	127 027
1885	42	5 000 000	119 048
1886	42	5 700 000	135 714
1887	45	7 050 000	156 667
1888	52	7 950 000	152 885
1889	60	8 800 000	146 667
1890	60	9 150 000	152 500
1891	60	9 950 000	165 833
1892	64	10 900 000	170 310
1893	64	11 500 000	179 688
1894	61	11 650 000	190 984
1895	63	12 500 000	198 413

Es ist nicht zu bezweifeln, daß die günstige Entwickelung, welche die deutsche Portlandcement-Industrie genommen hat, und die großen Erfolge, welche der deutsche Portlandcement im Wettbewerb mit anderen Ländern im Auslande aufweist, zum großen Theile den Bestrebungen des Cementfabrikanten-Vereines auf völlige Reinheit der zu liefernden Waare und der mit diesem Streben im innigen Zusammenhang stehenden Förderung des Prüfungswesens zu danken ist. Um den einmal errungenen Standpunkt zu behaupten, ist es aber nothwendig, nicht nachzulassen in der Erforschung der Eigenschaften der Handelscemente und der Ausbildung des Prüfungswesens für das Fabriklaboratorium.

Sehr zu wünschen wäre, daß behördliche und private Bauleiter ausgiebigeren Gebrauch als bisher von dem Hülfsmittel der Prüfung zur Kontrole der gelieferten Produkte machten, damit die Industrie in ihrer Thätigkeit zur ständigen Verbesserung ihrer Erzeugnisse nicht erlahmt, sondern weiter dahin strebt, dem deutschen Portlandcement seinen wohlbegründeten Ruf als den besten der Erde zu erhalten.

Tabelle 2. Cementunterſuchungen aus den

Die oberen mit liegenden Ziffern gedruckten Zahlen der

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverluſt des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Waſſer im reinen Cement für ſyrupart. Beſchaffenheit %	Waſſer im reinen Cement für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Abbindeproben. Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Abbindeproben. Wärme der Luft C°	Abbindeproben. Wärme des Waſſers C°	Abbindeproben. Luftfeuchtigkeit %
1	A_1	2,717	—	0,860 1,804	57,5	51	$2^1/_2$ 5	2,5	18	17,8	55
2	B_1	3,125	—	1,233 1,811	37,5	30	1 $2^1/_2$	2,5	18,8	18,8	50
3	C_1	—	—	1,326 1,905	34,5	28	11 Min. $1^1/_6$	5,0	18,4	18	48
4	„	—	—	1,280 1,845	35,5	29,5	7 11	0,8	18	17,5	58
5	„	—	—	1,293 1,904	35,5	29	$2^1/_4$ 4	1,6	18	17,5	58
6	„	—	—	1,286 1,850	36	29	12 $16^1/_2$	0,2	16	16	60
7	„	—	—	1,283 1,904	34	22,2	7 10	0,6	17	16	62
8	D_1	—	—	1,375 1,970	31	26	10 Min. 30 Min.	5,5	19	18,5	50
9	E_1	—	—	1,186 1,750	35	27,5	$5^1/_2$ $8^1/_2$	1	18	18,6	48
10	„	—	—	1,190 1,754	34	27	2 7	1	18,5	18	29
11	„	3,030	—	1,150 1,739	35	28	$2^2/_3$ $6^2/_3$	0,6	18,5	18,5	45
12	„	—	—	1,120 1,711	36	28,1	5 9	0	19	18	50
13	„	—	—	1,188 1,789	34	27	$4^1/_2$ 8	1,7	17	16,5	52
14	„	—	—	1,145 1,705	36,5	28,6	$4^1/_2$ 9	1	22	20	60
15	„	3,078	4,22	1,185 1,745	38	30	$1^1/_2$ 3	1	20	19	73
16	E_2	—	—	1,165 1,818	35	27,5	3 9	0	15	16	48
17	F_1	3,125	—	1,075 1,690	39	31	15 Min. $2^1/_2$	5	19,5	18,4	50
18	F_2	3,141	—	1,215 1,730	38	31	$2^1/_2$ $7^1/_2$	3	16,5	16	63
19	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

13.				14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
Siebrückstände auf				1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
				Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
900	600	324	180		σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	
Maschen für 1 qcm					7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
%	%	%	%	%							
0,0	—	—	—	10	**24,40**	**30,58**	2,254	**240,3**	**310,7**	2,254	—
2,0	1,0	0,0	—	6	—	—	—	**218,3**[1]	**240,6**[2]	2,451	[1]) Werth für 28 Tage alte Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 4 Gewthl. Kiessand + 4 Gewthl. Granit-Feinschlag, welche den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser erhärteten. [2]) Desgl. für 56 Tage alte Probekörper, welche den ersten Tag an der Luft, 6 Tage unter Wasser, 21 Tage an der Luft und 28 Tage unter Wasser erhärteten. Der Kiessand hatte 25,7 % Hohlräume, der Granit-Feinschlag 47,9 %.
0,4	0,0	—	—	9	**20,00**	**23,40**	2,239	**174,4**	**221,5**	2,237	—
				9	**29,38**[1]	**27,60**[2]	2,239	**291,7**[1]	**387,4**[2]	2,237	[1]) Werthe für 13 Wochen alte Probekörper. [2]) „ „ 52 „ „ „
				8,5	**24,38**	**27,80**	2,282	**208,5**	**283,9**	2,324	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Mauersand.
				8,5	**31,83**[1]	**35,4**[2]	2,282	**351,6**[1]	**431,2**[2]	2,324	[1]) Werthe für 13 Wochen alte Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Mauersand. [2]) Werthe für 52 Wochen alte Probek. aus dgl.
				11	**20,26**	**25,63**	2,296	**143,1**	**206,5**	2,347	—
				11	**31,68**[1]	**35,8**[2]	2,296	**289,0**[1]	**344,0**[2]	2,347	[1]) Werthe für 13 Wochen alte Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Mauersand. [2]) Werthe für 52 Wochen alte Probek. aus dgl.
0,4	0,0	—	—	9,5	—	**23,73**	2,254	—	**232,4**	2,254	—
				11	—	**25,58**	2,282	—	**216,1**	2,310	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Rheinsand.
2,0	0,6	0,2	0,0	9,5	—	**22,4**	2,141	—	**142,3**	2,203	—
0,1	0,0	—	—	10	**17,50**	**23,75**	2,225	—	—	—	—
0,1	0,0	—	—	9,5	**19,00**	**25,20**	2,225	—	—	—	—
0,0	—	—	—	9,5	**16,75**	**23,57**	2,239	—	—	—	—
0,0	—	—	—	9,5	**14,48**	**18,80**	2,254	—	—	—	—
0,4	0,2	0,0	—	9,5	**15,80**	**20,45**	2,239	—	—	—	—
0,2	0,0	—	—	9	**18,18**	**22,88**	2,225	—	—	—	—
				19	—	*45,08*	*2,113*	—	—	—	
0,4	0,0	—	—	9,5	—	**20,98**	2,211	—	—	—	—
—	—	—	—	9,75	**12,7**	**17,2**	2,225	**93,7**	**142,9**	2,225	—
0,3	0,0	—	—	9,5	**12,8**	**19,1**	2,211	**91,1**	**145,0**	2,220	—
0,2	0,0	—	—	9,5	**16,25**	**21,93**	2,239	**124,8**	**183,1**	2,237	—
				18	*39,30*	*47,95*	*2,141*	*288,0*	*354,8*	*2,138*	
0,0	—	—	—	10	**14,65**	**22,85**	2,254	**112,9**	**175,1**	2,248	—

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverluſt des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Waſſer im reinen Cement für ſyrupart. Beſchaffenheit %	Waſſer im reinen Cement für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Abbindeproben. Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Abbindeproben. Wärme der Luft C°	Abbindeproben. Wärme des Waſſers C°	Abbindeproben. Luftfeuchtigkeit %
36	K_1	3,012	—	1,180 1,677	41	32	5 8	1	21	19	50
37	K_2	3,125	—	1,254 1,876	36	29	2¾ 6	4,4	19,8	19	58
38	„	3,086	—	1,150 1,720	38,5	31	4 Min. 10 Min.	8	19	18	50
39	„	—	—	1,324 1,942	33	26	¼ 1½	4,6	18,5	18	62
40	„	3,105	—	1,340 1,950	32,5	26,3	3 5	2	18	17,5	58
41	L_2	3,067	—	1,004 1,595	41	31,5	1 3	0,6	22,0	18,5	67
42	M_1	3,133	—	1,340 1,933	34,5	28,0	4 6⅔	2,4	22	18	65
43	M_2	3,130	2,83	1,215 1,929	37	29,5	4 7	4	21	20	68
44	„	3,104	2,67	1,207 1,895	33,5	27	1⅔ 5	0	17,5	17	72
45	N_1	3,165	—	1,204 1,845	35	28,5	4¾ 8	2,0	20	18	60
46	O_1	3,133	—	1,228 1,812	36	29,6	4 7	4,2	20	18	65
47	P_1	—	—	1,311 1,901	34,5	28	6 9	0,8	18	17,5	55
48	„	—	—	1,330 1,919	36	28,8	1⅔ 4	1,4	18	17,5	55
49	P_2	3,187	—	1,352 1,945	34	28	1⅓ 2⅓	3	19,5	18	50
50	„	3,185	—	1,220 1,885	35	28,5	2 5	2	20	19	45
51	„	3,122	3,056	1,245 1,906	36	28	7 12	0	18	18	48
52	„	3,137	1,11	1,380 2,047	32	26	2 4½	2	19	19	72
53	Q_1	3,125	—	1,255 1,893	34	27	4 7	0	18	17,5	52
54	R_1	3,185	—	1,293 1,903	31,5	25	5½ 8	1,0	19	18	53

13.			14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
Rückstände auf			1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
			Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
600	324	180		σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	
für 1 qcm				7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
%	%	%	%							
—	—	—	10	**24**,40	**30**,58	2,254	**240**,3	**310**,7	2,254	—
1,0	0,0	—	6	—	—	—	**218**,3[1]	**240**,6[2]	2,451	[1]) Werth für 28 Tage alte Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 4 Gewthl. Kiessand + 4 Gewthl. Granit-Feinschlag, welche den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser erhärteten. [2]) Desgl. für 56 Tage alte Probekörper, welche den ersten Tag an der Luft, 6 Tage unter Wasser, 21 Tage an der Luft und 28 Tage unter Wasser erhärteten. Der Kiessand hatte 25,7 % Hohlräume, der Granit-Feinschlag 47,9 %.
0,0	—	—	9	**20**,00	**23**,40	2,239	**174**,4	**221**,5	2,237	—
			9	**29**,38[1]	**27**,60[2]	2,239	**291**,7[1]	**387**,4[2]	2,237	[1]) Werthe für 13 Wochen alte Probekörper. [2]) „ „ 52 „ „ „
			8,5	**24**,38	**27**,80	2,282	**208**,5	**283**,9	2,324	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Mauersand.
			8,5	**31**,83[1]	**35**,4 [2])	2,282	**351**,6[1])	**431**,2[2])	2,324	[1]) Werthe für 13 Wochen alte Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Mauersand. [2]) Werthe für 52 Wochen alte Probek. aus dgl.
			11	**20**,26	**25**,63	2,296	**143**,1	**206**,5	2,347	—
			11	**31**,68[1])	**35**,8 [2])	2,296	**289**,0[1])	**344**,0[2])	2,347	[1]) Werthe für 13 Wochen alte Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Mauersand. [2]) Werthe für 52 Wochen alte Probek. aus dgl.
0,0	—	—	9,5	—	**23**,73	2,254	—	**232**,4	2,254	—
			11	—	**25**,58	2,282	—	**216**,1	2,310	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Rheinsand.
0,6	0,2	0,0	9,5	—	**22**,4	2,141	—	**142**,3	2,203	—
0,0	—	—	10	**17**,50	**23**,75	2,225	—	—	—	—
0,0	—	—	9,5	**19**,00	**25**,20	2,225	—	—	—	—
—	—	—	9,5	**16**,75	**23**,57	2,239	—	—	—	—
—	—	—	9,5	**14**,48	**18**,80	2,254	—	—	—	—
0,2	0,0	—	9,5	**15**,80	**20**,45	2,239	—	—	—	—
0,0	—	—	9	**18**,18	**22**,88	2,225	—	—	—	—
			19	—	*45,08*	*2,113*	—	—	—	
0,0	—	—	9,5	—	**20**,98	2,211	—	—	—	—
—	—	—	9,75	**12**,7	**17**,2	2,225	**93**,7	**142**,9	2,225	—
0,0	—	—	9,5	**12**,8	**19**,1	2,211	**91**,1	**145**,0	2,220	—
0,0	—	—	9,5	**16**,25	**21**,93	2,239	**124**,8	**183**,1	2,237	—
			18	*39,30*	*47,95*	*2,141*	*288,0*	*354,8*	*2,138*	
—	—	—	10	**14**,65	**22**,85	2,254	**112**,9	**175**,1	2,248	—

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverluſt des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Waſſer im reinen Cement für ſyrupart. Beſchaffenheit %	Waſſer im reinen Cement für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Wärme der Luft C°	Wärme des Waſſers C°	Luftfeuchtigkeit %
36	K_1	3,012	—	1,180 1,677	41	32	5 8	1	21	19	50
37	K_2	3,125	—	1,254 1,876	36	29	2¾ 6	4,4	19,8	19	58
38	„	3,086	—	1,150 1,720	38,5	31	4 Min. 10 Min.	8	19	18	50
39	„	—	—	1,324 1,942	33	26	¼ 1½	4,6	18,5	18	62
40	„	3,105	—	1,340 1,950	32,5	26,3	3 5	2	18	17,5	58
41	L_2	3,067	—	1,004 1,595	41	31,5	1 3	0,6	22,0	18,5	67
42	M_1	3,133	—	1,340 1,933	34,5	28,0	4 6⅔	2,4	22	18	65
43	M_2	3,130	2,83	1,215 1,929	37	29,5	4 7	4	21	20	68
44	„	3,104	2,67	1,207 1,895	33,5	27	1⅔ 5	0	17,5	17	72
45	N_1	3,165	—	1,204 1,845	35	28,5	4¾ 8	2,0	20	18	60
46	O_1	3,133	—	1,228 1,812	36	29,6	4 7	4,2	20	18	65
47	P_1	—	—	1,311 1,901	34,5	28	6 9	0,8	18	17,5	55
48	„	—	—	1,330 1,919	36	28,8	1⅔ 4	1,4	18	17,5	55
49	P_2	3,187	—	1,352 1,945	34	28	1⅓ 2⅓	3	19,5	18	50
50	„	3,185	—	1,220 1,885	35	28,5	2 5	2	20	19	45
51	„	3,122	3,056	1,245 1,906	36	28	7 12	0	18	18	48
52	„	3,137	1,11	1,380 2,047	32	26	2 4½	2	19	19	72
53	Q_1	3,125	—	1,255 1,893	34	27	4 7	0	18	17,5	52
54	R_1	3,185	—	1,293 1,903	31,5	25	5½ 8	1,0	19	18	58

13.			14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
Rückstände auf			1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
			Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
600	324	180		σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	
für 1 qcm				7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
%	%	%	%							
1,0	0,2	0,0	10	**12,00**	**17,00**	2,225	**77,2**	**122,9**	2,220	—
0,4	0,0	—	10	**16,20**	**21,45**	2,239	**135,3**	**206,1**	2,234	—
0,5	0,0	—	10	**4,25**	**7,85**	2,239	**28,3**	**44,8**	2,234	—
			10	**12,53**[1]	**20,45**[2]	2,239	**70,9**[1]	**115,0**[2]	2,234	[1] Werthe für 3 Monate alte Probekörper. [2] " " 6 " " "
0,2	0,0	—	9,5	**14,60**	**19,38**	2,211	**113,1**	**189,3**	2,208	—
0,2	0,0	—	9	**15,83**	**18,03**	2,225	**105,7**	**178,3**	2,225	—
0,1	0,0	—	9	**19,95**	**30,05**	2,254	**202,5**	**294,4**	2,254	—
0,2	0,0	—	10	**19,85**	**25,88**	2,225	—	—	—	—
0,0	—	—	10	**14,5**	**17,9**	2,211	**89,1**	**124,0**	2,220	—
0,3	0,0	—	9	**18,7**	**21,2**	2,211	**104,1**	**167,8**	2,211	—
—	—	—	*18*	*46,70*	*51,70*	*2,197*	*338,5*	*438,4*	*2,197*	
			10	**21,25**	**25,85**	2,254	**174,5**	**242,2**	2,248	—
			18	*60,30*	—	*2,197*	*508,6*	—	*2,197*	Werthe für 90 Tage alte Probekörper.
			10	**32,80**	—	2,254	**321,5**	—	2,248	
—	—	—	*18,5*	*49,35*	*54,00*	*2,169*	*340,1*	*448,6*	*2,169*	
			10	**20,55**	**25,40**	2,239	**151,6**	**227,0**	2,239	—
0,5	0,2	0,0	9,5	**14,48**	—	2,225	—	—	—	—
0,3	0,0	—	9,5	**13,03**	—	2,225	—	—	—	—
—	—	—	9,5	**15,93**	**21,65**	2,239	—	—	—	—
			8,5	**16,38**	**24,54**	2,239	—	—	—	—
—	—	—	8,5	**19,40**	—	2,254	—	—	—	—
—	—	—	9	**19,7**	**22,8**	2,211	—	—	—	—
0,5	0,0	—	9	**18,5**	**27,0**	2,239	**129,0**	**196,3**	2,239	—
—	—	—	*17*	*50,00*	*62,10*	*2,197*	*458,5*	*562,3*	*2,192*	
			9,5	**20,00**	**27,85**	2,254	**166,9**	**254,3**	2,251	—
—	—	—	*16*	*56,40*	*60,63*	*2,239*	*494,0*	*593,0*	*2,239*	
			9	**21,80**	**28,20**	2,268	**180,9**	**244,9**	2,262	—

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverluſt des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Waſſer im reinen Cement für ſyrupart. Beſchaffenheit %	Waſſer im reinen Cement für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Abbindeproben. Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Abbindeproben. Wärme der Luft C°	Abbindeproben. Wärme des Waſſers C°	Abbindeproben. Luftfeuchtigkeit %
55	S_1	—	—	1,287 1,867	34	28	20 Min. 1⅔	2,6	18,5	18,6	52
56	S_2	—	—	1,257 1,858	36	29,4	7 10	0	17,6	17	58
57	T_1	—	—	1,287 1,927	34	27	3 7	2,5	19	18	55
58	„	—	—	1,187 1,807	33,5	27	2 6	3	18,5	18	55
59	„	3,056	2,66	1,223 1,888	34,5	27	4 23 7	0	17,5	17,0	65
60	T_2	3,142	1,33	1,255 1,967	33	26,4	3 7	0	18,0	17,5	73
61	„	3,168	3,65	1,110 1,668	42	34	7 10⅓	0	19,6	19,0	72
62	„	—	—	—	—	30	15 Min. 19 Min.	13	21	19	60
63	U_1	—	—	1,316 1,915	31,5	25	1½ 3½	1,5	19	18	55
64	U_2	3,165	—	1,257 1,860	35	27,5	10 Min. 30 Min.	5,0	20	19	45
65	„	3,125	—	1,278 1,858	34	27	1½ 4½	2	22	20	55
66	V_1	3,125	—	1,165 1,771	37,5	29,3	½ 1⅙	5,4	20	19	45
67	V_2	3,020	2,74	1,223 1,924	35	28	1 4	2	17	17	50
68	W_1	—	—	1,090 1,758	36	29	1½ 5	1,2	19	18	50
69	„	3,165	—	1,055 1,655	39	31	15 Min. 3	4,4	18	17,5	60
70	„	—	—	1,140 1,800	36	28,2	1 7	1	16	17	50
71	W_2	—	—	1,080 1,610	41	33,5	35 Min. 5	4	18	17,5	60
72	„	—	—	1,070 1,601	40	32	4¾ 9	2	18,5	18,0	62
73	„	—	—	1,165 1,770	35	27,8	4 9	0,4	15	15	60
74	X_1	3,129	—	1,260 1,929	32	26,1	7 11	0,6	17,6	16	60

13. Siebrückstände auf Maschen für 1 qcm					14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
					1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
5000	900	600	324	180	Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
						σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	
%	%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
					19	*63,88*	—	*2,155*	*491,5*	—	*2,155*	
6,0	0,2	0,0	—	—	8,5	**32,75**	**36,28**	2,254	**306,1**	**420,7**	2,254	—
					8,5	**41,45**	—	2,254	**434,6**	—	2,254	Werthe für 100 Tage alte Probekörper.
					9,5	**31,53**	**35,20**	2,254	**308,5**	**391,8**	2,254	—
					20	*54,05*	—	*2,169*	*349,6*	—	*2,169*	
8,0	0,2	0,0	—	—	10	**26,90**	**30,85**	2,254	**150,9**	**268,9**	2,248	—
					10	**33,13**	—	2,254	**334,8**	—	2,248	Werthe für 100 Tage alte Probekörper.
26,0	0,0	—	—	—	9	**21,88**	**27,40**	2,211	**177,2**	**248,2**	2,211	—
30,0	2,0	1,8	0,9	0,5	9,5	**14,0**	**18,4**	2,197	—	—	—	—
10,0	1,0	0,4	0,0	—	9,75	**21,15**	**24,88**	2,254	**140,0**	**188,2**	2,254	—
					19	*43,10*	*49,90*	*2,183*	*292,6*	*360,2*	*2,183*	
18,0	0,0	—	—	—	10	**16,23**	**21,05**	2,254	**131,2**	**185,7**	2,254	—
					20,5	*45,00*	*53,65*	*2,183*	*268,1*	*376,7*	*2,180*	
10,0	0,0	—	—	—	10	**16,90**	**21,55**	2,254	**125,8**	**190,4**	2,248	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,0	0,0	—	—	—	10	**11,10**	**19,98**	2,225	**59,8**	**96,1**	2,225	—
12,0	0,1	0,0	—	—	9,5	**14,78**	**22,10**	2,225	**110,3**	**209,7**	2,225	—
12,0	0,8	0,4	0,2	0,0	9,5	**16,7**	**21,4**	2,211	**129,7**	**191,8**	2,220	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10,0	1,0	0,4	0,1	0,0	9,5	**13,1**	**17,9**	2,211	**98,6**	**138,9**	2,231	—
					9,5	—	**21,0**	2,211	—	**149,7**	2,231	Werthe für Probekörper, welche den ersten Tag an der Luft, 7 Tage unter Wasser und 20 Tage an der Luft erhärteten.
					18,5	*50,75*	*54,10*	*2,141*	*333,9*	*376,6*	*2,147*	
5,0	0,0	—	—	—	9	**32,08**	**36,15**	2,296	**297,5**	**341,4**	2,293	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 2 Gewthl. Normalsand, welche den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Wasser erhärteten.
					36	*51,25*	*64,80*	*2,254*	*397,0*	*463,9*	*2,225*	Der Mörtel aus reinem Cement wurde in die auf Metallunterlagen gelegten Formen eingegossen.
					8,5	**23,45**	**25,40**	2,268	**195,7**	**253,0**	2,268	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Normalsand, normenmäßig erhärtet.
					6,5	**11,70**	**14,78**	1,958	**55,8**	**116,4**	1,958	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 5 Gewthl. Normalsand.
					6,0	**7,20**	**9,35**	1,859	**44,3**	**67,0**	1,856	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 7 Gewthl. Normalsand.
					6	**6,60**	**7,63**	1,789	**19,7**	**42,5**	1,803	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 9 Gewthl. Normalsand.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Wasser im reinen Cement für syrupart. Beschaffenheit %	Wasser im reinen Cement für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Abbindeproben. Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Abbindeproben. Wärme der Luft C°	Abbindeproben. Wärme des Wassers C°	Abbindeproben. Luftfeuchtigkeit %
75	Y_1	—	—	1,133 1,798	35	28,5	3 6 3/3	4	21	20	50
76	„	—	—	1,185 1,822	36	30	2 Min. 20 Min.	8,5	20	19,5	52
77	Z_1	3,169	—	1,319 1,917	32	26,1	2 7	1,6	17,8	17	68
78	Z_2	3,164	1,83	1,355 1,971	36	29	5 1/3 8	—	21	20	70
79	a_1	3,165	—	1,220 1,910	33,5	27,5	10 Min. 30 Min.	7	18	17,5	65
80	b_1	3,086	—	1,180 1,775	38	30	3 9	2	18	17,5	62
81	c_1	3,145	—	1,260 1,858	40	33	1 5	1,4	22	20	68
82	d_1	—	—	1,387 1,988	32,5	26,2	1 2 1/2	2	19	20	60
83	e_1	2,907	—	1,075 1,685	39	31	12 17	0	19	17	50
84	f_1	—	—	1,204 1,789	35	28	1/3 2/3	6	15	15	54
85	„	3,097	3,27	1,193 1,882	36,5	29,8	4 18 8 23	—	16,5	16	65
86	„	—	—	— —	—	29	5 27 11 57	0,7	17	17	75
87	f_2	3,133	2,82	1,260 1,925	35	29	3 10 11 10	2,5	17	17	65
88	g_1	3,175	—	1,192 1,813	36	29,4	4 9	—	16	16	55

13.					14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
Siebrückstände auf					1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
5000	900	600	324	180	Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
Maschen für 1 qcm						σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	
%	%	%	%	%	%	7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
12,0	0,2	0,0	—	—	9,5	17,0	—	2,254	119,4	—	2,245	—
23,0	1,0	0,4	0,0	—	10	13,23	17,50	2,225	94,9	148,9	2,220	—
30,0	2,0	0,6	0,2	0,0	9,5	19,65	23,65	2,211	—	—	—	—
20,0	0,2	0,0	—	—	*17*	*43,00*	*53,00*	*2,197*	*258,8*	*355,6*	*2,225*	—
					9	16,15	20,83	2,239	116,0	189,9	2,239	
14,0	0,2	0,0	—	—	9,5	15,30	19,28	2,239	141,4	188,2	2,239	—
16,0	0,2	0,0	—	—	9	13,95	18,53	2,211	148,7	194,2	2,225	—
14,0	0,0	—	—	—	*19*	*38,65*	*41,25*	*2,183*	*222,3*	*306,1*	*2,180*	—
					9,5	15,25	18,38	2,254	132,1	175,2	2,254	
18,0	0,2	0,0	—	—	9,5	15,45	20,25	2,239	108,7	167,3	2,234	—
16,0	0,0	—	—	—	*18*	*53,60*	*55,75*	*2,225*	*365,8*	*418,6*	*2,254*	—
					9,5	22,93	25,28	2,225	181,7	254,7	2,254	
20,0	0,0	—	—	—	9	15,65	21,60	2,225	118,6	168,7	2,225	—
22,0	0,2	0,0	—	—	9,5	—	18,40	2,225	—	—	—	—
					9,5	—	32,43	2,225	—	—	—	Die Probekörper erhärteten den ersten Tag an der Luft, 8 Tage unter Wasser und 19 Tage an der Luft.
22,0	0,2	0,0	—	—	12	3,04	6,95	2,127	28,8	38,3	2,192	Romancement.
10,0	0,0	—	—	—	10	13,45	21,75	2,225	88,1	127,8	2,211	Schlackencement.
14,0	0,0	—	—	—	*18*	*42,2*	*48,5*	*2,169*	—	—	—	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. norwegischem Normalsand. Bei den Siebversuchen ergab der Sand auf dem Siebe von 5000, 900, 600, 324, 180, 120, 60 Masch. für 1 qcm 100, 99, 99, 97, 53, 33, 0 % Rückstand. Ein Liter des Sandes wog eingelaufen 1,370 kg, eingerüttelt 1,622 kg.
					9,5	16,4	20,7	2,211	110,6	139,2	2,169	
22,0	0,1	0,0	—	—	10	18,45	23,45	2,254	136,6	199,8	2,248	—
30,0	1,0	0,4	0,0	—	*20,5*	*31,80*[2])	—	*2,197*	—	—	—	[1]) Auf Antrag an reinem Cement ermittelt, welcher mit 20,5 % Wasser angemacht und 3 Minuten lang gerührt wurde. Die Nadel hatte eine Fläche von $1^1/_2$ qmm und wog 1430 g. Die Wärme der Luft betrug 17 C°.
					9,7	15,03	19,48	2,254	—	—	—	
34,0	3,0	1,4	0,6	0,0	*20,5*	*35,40*	*43,00*	*2,197*	—	—	—	[2]) Werth für 3 Tage alte Probekörper.
					9,5	14,7	18,4	2,211	—	—	—	—
14,0	0,0	—	—	—	9,5	14,7	20,4	2,225	118,0	165,2	2,220	—

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverluſt des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Waſſer im reinen Cement für ſyrupart. Beſchaffenheit %	Waſſer im reinen Cement für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Abbindeproben. Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Abbindeproben. Wärme der Luft C°	Abbindeproben. Wärme des Waſſers C°	Abbindeproben. Luftfeuchtigkeit %
89	g_1	—	—	1,205 1,991	39	32	4 10	0	18	18	56
90	g_2	3,133	—	1,294 1,884	34,5	28	2 Min. 7 Min.	15	18	18	50
91	„	—	—	1,270 1,857	35	28,5	7½ 11	0	15,5	16	47
92	h_1	3,179	—	1,298 1,908	33	26	1 4¼	1,6	15	15	58
93	i_1	—	—	1,175 1,820	34,5	29	40 Min. 2½	2,2	16	17	49
94	„	—	—	1,225 1,914	33	27	5 Min. 13 Min.	9,5	16	16	50
95	i_2	3,129	—	1,227 1,845	35	27,5	5 Min. 40 Min.	5,5	20	19	45
96	„	3,165	—	1,215 1,820	35	28,6	1⅓ 4	4	19,6	18,8	62
97	k_1	3,165	—	1,295 1,996	32,5	26,5	⅓ 2½	3,4	15,5	15,5	56
98	l_1	3,181	—	1,275 1,940	33	27	1⅙ 3	2,6	17,5	17	48
99	l_2	—	—	1,173 1,812	36	29	5 10	0,5	16	15,5	55
100	m_1	—	—	0,897 1,375	55,5	49,5	5 Min. 20 Min.	7,4	16,8	16,5	58
101	n_1	2,857	—	0,912 1,489	51	40	3½ 9	0	16	16,5	56
102	o_1	3,130	1,10	1,225 1,942	33	26,8	2 5	2	19	18,5	72
103	o_2	3,145	—	1,193 1,765	35,5	28,0	1⅔ 7	1	17,8	17,5	58
104	„	3,165	—	1,300 1,981	31,5	25,8	2	3	17	16	60
105	„	3,177	2,07	1,188 1,894	32,5	25,5	3 7½	1,4	19,6	19,0	72
106	„	3,137	2,05	1,180 1,843	35	29	½ 2½	2,2	21	20	76

13. Rückstände auf 600	324	180 für 1 qcm	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
			1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
			Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
				σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	
				7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
%	%	%	%							
0,0	—	—	9,5	17,0	—	2,254	119,4	—	2,245	—
0,4	0,0	—	10	13,23	17,50	2,225	94,9	148,9	2,220	—
0,6	0,2	0,0	9,5	19,65	23,65	2,211	—	—	—	—
			17	*43,00*	*53,00*	*2,197*	*258,8*	*355,6*	*2,225*	
0,0	—	—	9	16,15	20,83	2,239	116,0	189,9	2,239	—
0,0	—	—	9,5	15,30	19,28	2,239	141,4	188,2	2,239	—
0,0	—	—	9	13,95	18,53	2,211	148,7	194,2	2,225	—
			19	*38,65*	*41,25*	*2,183*	*222,3*	*306,1*	*2,180*	
—	—	—	9,5	15,25	18,38	2,254	132,1	175,2	2,254	—
0,0	—	—	9,5	15,45	20,25	2,239	108,7	167,3	2,234	—
			18	*53,60*	*55,75*	*2,225*	*365,8*	*418,6*	*2,254*	
—	—	—	9,5	22,93	25,28	2,225	181,7	254,7	2,254	—
—	—	—	9	15,65	21,60	2,225	118,6	168,7	2,225	—
0,0	—	—	9,5	—	18,40	2,225	—	—	—	—
			9,5	—	32,43	2,225	—	—	—	Die Probekörper erhärteten den ersten Tag an der Luft, 8 Tage unter Wasser und 19 Tage an der Luft.
0,0	—	—	12	3,04	6,95	2,127	28,8	38,3	2,192	Romancement.
—	—	—	10	13,45	21,75	2,225	88,1	127,8	2,211	Schlackencement.
			18	*42,2*	*48,5*	*2,169*	—	—	—	
—	—	—	9,5	16,4	20,7	2,211	110,6	139,2	2,169	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. norwegischem Normalsand. Bei den Siebversuchen ergab der Sand auf dem Siebe von 5000, 900, 600, 324, 180, 120, 60 Masch. für 1 qcm 100, 99, 99, 97, 53, 33, 0 % Rückstand. Ein Liter des Sandes wog eingelaufen 1,370 kg, eingerüttelt 1,622 kg.
0,0	—	—	10	18,45	23,45	2,254	136,6	199,8	2,248	—
			20,5	*31,80*[2])	—	*2,197*	—	—	—	[1]) Auf Antrag an reinem Cement ermittelt, welcher mit 20,5 % Wasser angemacht und 3 Minuten lang gerührt wurde. Die Nadel hatte eine Fläche von $1^1/_2$ qmm und wog 1430 g. Die Wärme der Luft betrug 17 C°.
0,4	0,0	—	9,7	15,03	19,48	2,254	—	—	—	
			20,5	*35,40*	*43,00*	*2,197*	—	—	—	[2]) Werth für 3 Tage alte Probekörper.
1,4	0,6	0,0	9,5	14,7	18,4	2,211	—	—	—	—
—	—	—	9,5	14,7	20,4	2,225	118,0	165,2	2,220	—

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
					Wasser im reinen Cement		Abbindeproben.				
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt	für syrupart. Beschaffenheit	für die Abbindeprobe	Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung	Wärme-Erhöh. beim Abbinden	Wärme der Luft	Wärme des Wassers	Luftfeuchtigkeit
			%	kg	%	%	Std.	C°	C°	C°	%
113	n_1	3,121	2,72	1,200 1,895	35	29,1	34 Min. 3 50	3	17	17,5	65
114	„	—	—	1,200 1,895	35	29,1	34 Min. 3 50	3	17	17,5	65
115	v_1	3,147	2,07	1,295 1,946	34	28	2¼ 5	—	19	18	66
116	„	3,112	3,20	1,238 1,858	37	29	3 8	—	18,4	18	66
117	v_2	3,133	—	1,335 1,937	32	26,1	6 9	0,8	17,8	17,5	63
118	„	3,152	2,14	1,345 2,044	32,5	26,5	5 7½	—	19,8	18,5	71
119	w_1	3,163	1,80	1,315 2,029	33,5	26,5	4 8	0,6	18,2	17,6	76
120	w_2	—	—	—	36	29,9	—	—	—	—	—
121	x_1	2,801	6,53	1,028 1,685	37,5	28	4½ 7¼	0,5	17	17	65
122	y_1	2,608	13,77	0,482 0,784	112	80	4 48	—	19	18,5	72
123	I_2	3,164	—	1,365 1,904	33	26	5 8	0,8	19	18	52
124	„	3,118	4,64	1,204 1,818	35	28	4 9	—	19	18	56
125	„	3,138	4,65	1,152 1,755	40	33	7 15	—	17	17	50
126	„	—	—	—	37	30	—	—	—	—	—
127	II_2	3,125	—	1,177 1,748	38	30	3 23 6 25	2,2	19,8	19	56
128	„	3,125	—	1,337 1,875	34	28	2[1] 5	2	19	18,8	55
	„										
	„										
	„										
	„										

13.				14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
rückstände auf				1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
				Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
					σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	
0	600	324	180		7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
n für 1 qcm											
	%	%	%	%							
-	—	—	—	9,5	**14,6**	**18,2**	2,211	**114,2**	**176,1**	2,239	—
0	—	—	—	9	**12,0**	**19,9**	2,211	**70,6**	**154,5**	2,211	—
				9	—	**31,8**	2,211	—	**171,1**	2,211	Werthe für Probekörper, welche den ersten Tag an der Luft, 13 Tage unter Wasser und 14 Tage an der Luft erhärteten.
				18,5	*39,0*	*48,8*	*2,141*	*294,2*	*379,3*	*2,169*	
	0,8	0,4	0,0	9,5	**19,3**	**23,6**	2,239	**144,9**	**200,1**	2,239	—
				16,5	*34,0*	*46,5*	*2,211*	*274,5*	*345,9*	*2,225*	
0	0,8	0,0	—	9	**15,0**	**20,2**	2,225	**119,6**	**171,2**	2,225	—
				17	*50,8*	*55,4*	*2,197*	*343,3*	*510,4*	*2,203*	
0	0,4	0,0	—	9,5	**18,9**	**25,4**	2,211	**131,1**	**189,7**	2,211	—
				17	*60,7* [1]	*49,7* [2]	*2,197*	*548,3* [1]	*671,4* [2]	*2,203*	[1]) Werthe für 90 Tage alte Probekörper.
				9,5	**24,6** [1]	**29,0** [2]	2,211	**288,2** [1]	**357,4** [2]	2,211	[2]) „ „ 1 Jahr „ „
				6	**6,5**	**8,9**	1,817	**42,8**	**57,3**	1,887	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 6 Gewthl. Normalsand.
				6	**10,1** [1]	**11,9** [2]	1,817	**52,7** [1]	**64,8** [2]	1,887	
				12	**27,5**	**35,6**	2,141	**259,5**	**383,6**	2,200	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 1 Gewthl. Mauersand. Bei den Siebversuchen ergab der Sand auf dem Siebe von 5000, 900, 600, 324, 180, 120, 60 Masch. für 1 qcm 90, 30, 16, 10, 3 2, 1 % Rückstand. Ein Liter des Sandes wog eingelaufen 1,550 kg, eingerüttelt 1,785 kg. Der Sand hatte 29,9 % Hohlräume.
				10	**13,8**	**17,5**	2,085	**113,2**	**147,7**	2,129	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Mauersand.
				7	**8,9**	**11,6**	1,958	**60,6**	**85,3**	2,000	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 5 Gewthl. Mauersand.
				10	—	**11,4**	2,085	—	**78,4**	2,129	Werthe für Probekörper aus 1 Gwth. Cement + 3 Gwth. Mauersand } Die Proben erhärteten die ersten 24 Stunden an der Luft und wurden bis zum Tage der Prüfung
				7	—	**4,7**	1,958	—	**81,3**	2,000	Werthe für Probekörper aus 1 Gwth. Cement + 5 Gwth. Mauersand } im Ganzen 9 mal hintereinander bei — 12 C° ausgefroren u. wieder aufgethaut.
				10	—	**14,1**	2,085	—	—	2,129	Werthe für Probekörper aus 1 Gwth. Cement + 3 Gwth. Mauersand } Die Proben erhärteten die ersten 3 Tage an der Luft und wurden bis zum Tage der Prüfung
				7	—	**6,0**	1,958	—	**115,1**	2,000	Werthe für Probekörper aus 1 Gwth. Cement + 5 Gwth. Mauersand } im Ganzen 9mal hintereinander bei — 12 C° ausgefroren und wieder aufgethaut
	0,0	—	—	9,5	**13,6**	**17,2**	2,225	**92,1**	**143,7**	2,225	—
				10,5	**16,2**	**20,4**	2,183	**93,4**	**138,0**	2,169	Siehe Anm. *).
				10,5	**24,6**	**36,4**	2,352	**129,1**	**200,3**	2,310	Siehe Anm. **).

) Werthe für Probekörper aus 1 Gewth. Cement + 3 Gewthl. gemahlenen Basalt. Bei den Siebversuchen ergab der Sand auf dem Siebe von 5000, 2500, 900, 600, 324, 256, 169, 120, 60, 20, 9 Maschen für 1 qcm Rückstand 84, 84, 74, 71, 66, 60, 54, 47, 33, 2, 0,0 %.
er Sand hatte im eingefüllten Zustande 30,8 % Hohlräume, im eingerüttelten Zustande 24,8 % Hohlräume.
er gemahlene Basalt wog eingelaufen 1,520 kg, eingerüttelt 1,961 kg.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Wasser im reinen Cement: für syrupart. Beschaffenheit %	für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Wärme der Luft C°	Wärme des Wassers C°	
113	n_1	3,121	2,72	1,200 1,895	35	29,1	34 Min. 3 50	3	17	17,5	
114	„	—	—	1,200 1,895	35	29,1	34 Min. 3 50	3	17	17,5	
115	v_1	3,147	2,07	1,295 1,946	34	28	2¼ 5	—	19	18	
116	„	3,112	3,20	1,238 1,858	37	29	3 8	—	18,4	18	
117	v_2	3,133	—	1,335 1,937	32	26,1	6 9	0,8	17,8	17,5	
118	„	3,152	2,14	1,345 2,044	32,5	26,5	5 7½	—	19,8	18,5	
119	w_1	3,163	1,80	1,315 2,029	33,5	26,5	4 8	0,6	18,2	17,6	
120	w_2	—	—	—	36	29,9	—	—	—	—	
121	x_1	2,801	6,53	1,028 1,685	37,5	28	4½ 7¼	0,5	17	17	
122	y_1	2,608	13,77	0,482 0,784	112	80	4 48	—	19	18,5	
123	I_2	3,164	—	1,365 1,904	33	26	5 8	0,8	19	18	
124	„	3,118	4,64	1,204 1,818	35	28	4 9	—	19	18	
125	„	3,138	4,65	1,152 1,755	40	33	7 15	—	17	17	
126	„	—	—	—	37	30	—	—	—	—	
127	II_2	3,125	—	1,177 1,748	38	30	3 23 6 25	2,2	19,8	19	
128	„	3,125	—	1,337 1,875	34	28	2[1] 5	2	19	18,8	
	„										
	„										
	„										
	„										

13.				14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
Siebrückstände auf				1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
				Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
					σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	
900	600	324	180		7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
Maschen für 1 qcm											
%	%	%	%	%							
0,0	—	—	—	10	**17,1**	**20,8**	2,254	**126,9**	**194,6**	2,254	—
0,0	—	—	—	10	**32,4**	**40,8**	2,493	**208,4**	**343,7**	2,465	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Basaltsand. Bei den Siebversuchen ergab der Sand auf dem Siebe von 5000, 900, 600, 324, 240 Maschen für 1 qcm 91, 86, 83, 80, 78 % Rückstand 180, 120, 60, 20, 9 Maschen für 1 qcm 75, 72, 61, 34, 1 % Rückstand. Der Sand hatte 30 % Hohlräume und wog eingelaufen 1,515 kg, eingerüttelt 1,932 kg.
0,0	—	—	—	9	**17,3**	**19,4**	2,225	**131,7**	**178,6**	2,220	—
0,0	—	—	—	9,5	**16,9**	**20,4**	2,225	**125,5**	**175,2**	2,217	—
0,2	0,0	—	—	9	**17,85**	**22,55**	2,254	**156,2**	**198,0**	2,251	—
				17	*47,0*	*53,5*	*2,183*	*379,5*	*549,0*	*2,197*	
0,0	—	—	—	9,5	**14,1**	**15,7**	2,225	**125,4**	**174,2**	2,220	—
1,0	0,4	0,0	—	9,5	**14,1**	**18,9**	2,225	**118,4**	**184,0**	2,217	—
0,8	0,2	0,0	—	9,5	—	**19,6**	2,211	—	—	—	—
2,0	1,0	0,6	0,2	9	**21,9**	**26,8**	2,211	**113,7**	**167,3**	2,225	Schlackencement.
				9	**13,1**	**15,9**	2,211	**119,2**	**154,1**	2,225	desgl. Die Probekörper erhärteten an der Luft.
2,0	1,6	1,2	0,4	16,5	**18,4**	**24,3**	2,042	**118,8**	**169,0**	2,076	Der Cement hinterließ auf dem 120-Maschensiebe 0,2 % Rückstand.
				17	*50,55*	*63,90*	*2,211*	*385,8*	*482,9*	*2,208*	
0,0	—	—	—	9	**21,10**	**26,20**	2,239	**164,0**	**216,8**	2,239	—
0,2	0,0	—	—	9	**13,0**	**19,4**	2,211	**104,8**	**162,6**	2,208	—
0,4	0,0	—	—	9,5	**13,9**	**18,5**	2,211	—	—	—	—
0,8	0,6	0,2	0,0	10	—	**22,2**	2,197	—	—	—	—
2,0	1,0	0,1	0,0	10	**14,70**	**20,70**	2,254	—	—	—	—
				18,5	*33,40*	*44,25*	*2,183*				
2,0	0,4	0,0	—	10	**16,95**	**20,05**	2,239	**148,3**	**190,0**	2,237	
				18,5	*34,18*[2])	—	*2,183*				
				10	**23,48**[2])	—	2,239	**217,8**[2])	—	2,237	
				8[3])	**15,00**	**18,95**	2,085	**127,6**	**158,4**	2,090	
				8[3])	**23,78**	—	2,085	**160,8**	—	2,090	
				6[4])	**6,80**	**9,73**	1,915	**62,7**	**75,7**	1,915	
				6[4])	**13,10**	—	1,915	**105,7**	—	1,915	

[1]) Ermittelt nach 2 Minuten langem Rühren des Cementbreies bei einer Wärme der Luft von 19 C°.

[2]) Werthe für 90 Tage alte Probekörper.

Werthe für Probekörper, welche an der Luft erhärteten.

[3]) Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 4 Gewthl. Normalsand.

Werthe für 90 Tage alte Probekörper.

[4]) Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 6 Gewthl. Normalsand.

Werthe für 90 Tage alte Probekörper.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Wasser im reinen Cement: für syrupart. Beschaffenheit %	für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Wärme: der Luft C°	Wärme: des Wassers C°	Luftfeuchtigkeit %
144	X_2	3,125	—	1,260 1,880	34	27	$\frac{1}{4}$ 1	4	19	18,5	40
145	XI_2	3,185	—	1,285 1,953	32	26,5	2 $4\frac{1}{2}$	1,5	19,5	18,8	55
146	XII_2	3,145	—	1,249 1,937	33,5	26,8	2 5	—	17	18	50
147	„	3,102	—	1,257 1,928	35	28,5	20 Min. 50 Min.	6,0	17,8	17	62
148	XIII_2	3,143	—	1,282 1,890	32	25,5	$\frac{1}{2}$ 4	5	17,6	17	62
149	„	3,163	1,06	1,293 1,948	32	25	5 8	—	20,8	20	56
150	„	3,175	1,06	1,345 2,065	31,5	25,5	$\frac{1}{2}$ 1	4	18	17,5	72
151	„	3,152	1,66	1,405 2,137	30	23,5	4 8	—	16	16	62
152	„	3,087	1,78	1,338 1,996	31	23,5	4 8	—	15	15	62
153	„	3,175	0,74	1,360 2,082	30,5	24	3 34 6 34	2	17,5	17	60
154	„	3,156	1,02	1,365 2,119	30	23,5	29 Min. 3 38	2,5	16	16	75
155	XIV_2	3,101	—	1,180 1,760	37,5	30	$\frac{1}{3}$ 1	6,2	18,8	18	50
156	„	3,088	3,68	1,190 1,811	38	31,5	$1\frac{1}{6}$ $2\frac{1}{3}$	2	21	20	68
157	XV_2	3,117	—	1,205 1,808	36	28,6	$\frac{1}{3}$ 1	3,6	21	19,5	58
158	„	3,119	1,43	1,167 1,876	35	28,9	$\frac{1}{3}$ $1\frac{2}{3}$	3,6	17	17	50
159	„	3,130	2,40	1,125 1,817	36	29,5	26 Min. 48 Min.	5,4	20,8	19,5	70
160	„	3,134	1,02	1,200 1,900	35	28	17 Min. 45 Min.	7	20	19	72
161	XVI_2	3,125	—	1,252 1,836	35	28	5 $9\frac{1}{2}$	1	16	15,8	58
162	XVII_2	3,074	—	1,157 1,714	36	29,3	4 8	0	17,5	17	60

13.			14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
Rückſtände auf			1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalſand							
				Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			
600	324	180	Waſſer in den Mörtelproben	σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einſchlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einſchlagen G/J_m	Bemerkungen
für 1 qcm				7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
%	%	%	%							
1,5	0,2	0,0	10	**14,00**	**21,70**	2,225	**107,9**	**129,4**	2,223	—
0,6	0,0	—	10	**14,9**	**20,4**	2,225	**100,6**	**205,0**	2,220	—
0,8	0,0	—	10	**15,9**	**21,2**	2,239	**101,2**	**201,3**	2,237	—
0,4	0,0	—	10	**14,6**	**19,2**	2,211	**135,4**	**185,2**	2,220	—
			8	—	—	—	**111,7**	**156,6**	2,422	Werthe für Probekörper aus 1 Raumthl. Cement + 3 Raumthl. Sand + 6 Raumthl. Kies. Die Proben erhärteten den ersten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Waſſer.
			8	—	—	—	**121,0**	**146,4**	2,422	Wie vor. Die Proben erhärteten an der Luft. Bei den Siebverſuchen ergab der Sand auf dem Siebe von 5000, 900, 600, 324, 180, 120, 60, 20 Masch. f. 1 qcm 99, 74, 63, 50, 28, 21, 10, 5 % Rückſtand. Von dem Sand, welcher 31,8 % Hohlräume hatte, wog 1 Liter eingelaufen 1,577 kg, eingerüttelt 1,864 kg. Von dem Kieſe, welcher 39,9 % Hohlräume hatte, wog 1 Liter eingelaufen 1,417 kg, eingerüttelt 1,646 kg.
0,5	0,0	—	10	**17,63**	**22,95**	2,225	**144,3**	**185,2**	2,223	—
—	—	—	10	**21,40**	**24,60**	2,254	**162,4**	**225,3**	2,248	—
0,0	—	—	9,5	**16,65**	**28,85**	2,254	**119,2**	**182,0**	2,248	—
0,0	—	—	10	**15,75**	**26,73**	2,268	**118,2**	**203,2**	2,268	—
0,0	—	—	6	—	—	—	**251,4** [1]	**292,7** [2]	2,437	[1]) Werth für 28 Tage alte Probekörper aus 1 Gewth. Cement + 4 Gewthl. Kiesſand + 4 Gewthl. Granitfeinſchlag, welche den erſten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Waſſer erhärteten. [2]) Werth für 56 Tage alte Probekörper, der Miſchung wie vor., welche den erſten Tag an der Luft, 6 Tage unter Waſſer, 21 Tage an der Luft und 28 Tage unter Waſſer erhärteten. Der Kiesſand hatte 25,7 % Hohlräume, der Granitfeinſchlag 47,9 %.
0,2	0,0	—	9,5	**15,50**	**21,40**	2,239	—	—	—	
—	—	—	5,5	—	—	—	**292,1** [1]	**375,1** [2]	2,403	[1]) u. [2]) Wie bei lfde. Nr. 138.
0,4	0,0	—	9,5	**17,15**	**23,30**	2,225	**132,2**	**196,4**	2,225	—
0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Betonprüfung 1 : 4 : 2.
0,4	0,0	—	9,5	—	**22,70**	2,268	—	—	—	—
0,4	0,2	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
					Wasser im reinen Cement		Abbindeproben.				
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	für syrupart. Beschaffenheit %	für die Abbindeprobe %	Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Wärme der Luft C°	Wärme des Wassers C°	Luftfeuchtigkeit %
163	XVIII_2	3,107	1,49	1,335 2,009	32,5	26	$1^1/_2$ 7	1	18	18	48
164	XIX_2	2,717	5,51	1,007 1,622	42,5	33	7 19	—	21	20	72
165	XX_2	3,156	0,73	1,230 1,950	34	27	3 7	1	17	17	63
166	XXI_2	—	—	1,305 1,978	31,5	25,7	—	—	—	—	—
167	XXII_2	—	—	1,280 1,963	32,5	25,5	16 Min. 35 Min.	8	17	17	50
											Cemente ohne
168	Unbekannt	3,165	—	1,365 1,982	32	26,5	$4^1/_2$ 7	3	18	17,5	50
169	„	—	—	1,232 1,830	34,5	28,0	43 Min. 3	4,4	16	16	46
170	„	3,145	—	1,255 1,878	36,5	30	8 Min. 20 Min.	11,0	19	18,8	54
171	„	3,129	—	1,310 1,914	32	26,5	14 Min. 55 Min.	6	18	18	58
172	„	3,165	—	1,347 1,910	35	28,5	35 Min. $1^3/_4$	3,2	18	18	57
173	„	3,086	—	1,260 1,855	35	28,5	$1^1/_4$ 4	3	18,5	18	56
174	„	3,133	—	1,268 1,876	35,5	28,7	9 Min. 30 Min.	9,0	19	18,5	50
175	„	3,145	—	1,269 1,877	37,5	30,6	5 Min. 10 Min.	13	19	18,5	49
176	„	2,837	—	1,017 1,586	39,4	31,4	15 Min. 30 Min.	8,5	18,8	18,2	52
177	„	—	—	1,200 1,730	38	30	8 Min. 14 Min.	14	18,0	18,6	48
178	„	3,145	—	1,300 1,947	34	27	6 $8^1/_2$	5	20,5	18,8	50
179	„	3,122	—	1,210 1,782	37,5	30,5	35 Min. 1 50	5,2	19	18,7	50
180	„	3,145	—	1,275 1,876	35	27,5	$2^2/_3$ $5^1/_3$	1	20	19	53
181	„	3,125	—	1,156 1,720	39	31	$3^2/_3$ 7	1,5	21	20	50
182	„	—	—	1,158 1,780	35	28	$2^2/_3$ $6^1/_3$	1	22	19	53

13.				14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
brückstände auf				1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
				Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
					σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	
900	600	324	180		7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
chen für 1 qcm											
%	%	%	%	%							
2,0	0,8	0,4	0,0	9	**14,90**	**19,03**	2,211	**121,4**	**176,6**	2,211	—
2,0	0,4	0,0	—	*17,5*	*52,70*	*55,73*	*2,197*	*309,9*	*422,5*	*2,197*	
				9	**22,25**	**26,65**	2,239	**145,0**	**217,9**	2,237	—
2,0	0,6	0,2	0,0	9,5	**13,2**	**16,6**	2,239	**100,6**	**145,0**	2,237	—
2,0	0,4	0,2	0,0	10	**15,65**	**19,70**	2,211	**101,6**	**148,1**	2,211	—
0,6	0,0	—	—	9	**21,63**	**27,18**	2,254	**137,3**	**180,6**	2,251	—
2,0	0,6	0,0	—	9	**16,0**	**19,7**	2,225	**129,6**	**171,2**	2,217	—
2,0	0,8	0,2	0,0	9	**16,9**	**19,5**	2,225	**99,2**	**145,8**	2,234	—
2,0	0,4	0,0	—	9	**16,0**	**19,0**	2,211	**108,3**	**163,3**	2,214	—
1,4	0,2	0,0	—	9	**18,2**	**22,0**	2,187	**125,3**	**197,2**	2,217	—
2,0	0,4	0,0	—	8,5	**16,8**	**18,9**	2,211	**108,6**	**159,0**	2,211	—
2,0	0,2	0,0	—	8,5	**16,3**	**20,3**	2,211	**107,3**	**156,1**	2,211	—
1,2	0,2	0,0	—	10	**17,78**	**22,40**	2,254	**125,8**	**185,0**	2,248	—
1,0	0,3	0,0	—	10	**21,3**	**22,0**	2,225	**154,5**	**194,2**	2,223	—
4,0	2,0	1,0	0,0	9,5	**16,68**	**19,48**	2,225	**108,8**	**167,6**	2,225	—
3,0	2,0	0,4	0,0	9,5	**20,1**[1]	**26,8**[2]	2,225	**181,2**[1]	**187,3**[2]	2,225	[1]) Werthe für 1 Monat alte Probekörper. [2]) „ „ 3 Monate „ „
				9	**21,8**[3]	**28,2**[4]	2,169	**149,0**[3]	**156,9**[4]	2,169	[3]) Werthe für 1 Monat alte Probekörper aus 1 Raumthl. Cement + 3 Raumthl. Normalsand, welche an der Luft erhärteten. [4]) Werthe für 3 Monate alte Probekörper. Sonst wie vor.
				9	**6,9**[5]	**15,7**[6]	2,211	**50,6**[5]	**73,7**[6]	2,231	[5]) Werthe für 1 Monat alte Probekörper aus 1 Raumthl. Cement + 3 Raumthl. Grubensand, welche an der Luft erhärteten. [6]) Werthe für 3 Monate alte Probekörper. Sonst wie vor.
2,0	1,4	0,7	0,0	9,5	**15,8**	**21,4**	2,239	**122,4**	**175,2**	2,234	Bei den Siebversuchen ergab der Grubensand auf dem Siebe von 5000, 900, 600, 324 Maschen für 1 qcm 98,9, 77,1, 65,2, 54,5 % Rückstand 180, 120, 60, 20 Maschen für 1 qcm 25,7, 18,9, 10,3, 6,7 % Rückstand.
2,0	0,4	0,0	—	9	**17,8**	**20,8**	2,225	**109,8**	**180,7**	2,225	Von dem Grubensand, welcher 31,9 % Hohlräume hatte, wog 1 Liter eingelaufen 1,575 kg, eingerüttelt 1,820 kg.
0,6	0,2	0,0	—	9,5	**14,45**	**18,08**	2,225	—	—	—	—
6,0	2,0	0,8	0,0	9,5	**13,30**	**16,83**	2,211	**89,4**	**147,6**	2,211	—

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	1
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Wasser im reinen Cement: für syrupart. Beschaffenheit %	für die Abbindeprobe %	Abbindeproben: Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Wärme: der Luft C°	Wärme: des Wassers C°	Lu fen ti fe %
183	Unbekannt	3,086	—	1,194 / 1,800	34	27,5	3/4 / 4	2,8	22	17	6
184	„	3,133	—	1,287 / 1,861	34	27,5	2 1/6 / 5 1/2	2,6	22	18	6
185	„	—	—	1,334 / 1,879	34	27	6 / 7 1/2	0,4	21	18	6
186	„	—	—	1,330 / 1,834	35	27,8	3/4 / 1 1/3	5,2	18	17,8	6
187	„	2,907	—	1,135 / 1,624	39	30	15 / 24	0	20	18	5
188	„	—	—	1,295 / 1,858	34,0	27,5	6 / 9 1/2	0,6	19	18	57
189	„	—	—	1,235 / 1,805	37	30	6 / 9	1,1	20	18	54
190	„	—	—	1,207 / 1,798	34,5	26,5	3 1/2 / 6 1/2	0,4	19	18	51
191	„	—	—	0,965 / 1,401	53	40	10 / 16	0	20	18,5	55
192	„	—	—	1,160 / 1,678	37	29	1 5/6 / 7	1	19	18,5	45
193	„	—	—	1,343 / 1,947	33,5	27,2	5 / 7	1	19	19	45
194	„	—	—	1,340 / 1,894	37,5	30,0	1/6 / 1/2	3,4	20	19	45
195	„	—	—	1,325 / 1,914	35	29	1 Min. / 15 Min.	10	20	19	40
196	„	—	—	1,165 / 1,762	36	29	4 / 9	0,6	20	19	45
197	„	3,060	—	1,145 / 1,797	36	28,1	1/2 / 1 1/6	3	20	19	43
198	„	—	—	— / 0,495[1])	35,5	28	2 2/3 / 7	0,4	18	17,5	55
199	„	3,185	—	1,192 / 1,792	36	29,6	4 / 8	0,4	16,5	16	6

13.					14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
Siebrückstände auf					1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
					Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
						σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. u. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. u. d. Einschlagen G/J_m	
900 Maschen	600	324	180	für 1 qcm		7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
%	%	%	%	%	%							
4,0	2,0	1,2	0,0		9	—	**22,8**	2,211	—	**191,2**	2,208	—
					9	—	**31,9**	2,211	—	**200,9**	2,208	Die Probekörper erhärteten den ersten Tag an der Luft, 8 Tage unter Wasser, die übrige Zeit an der Luft.
0,3	0,0	—	—		10	**8,4**	**13,6**	2,155	**46,6**	**65,8**	2,141	Romancement.
					17,5	*39,0*	*47,7*	*2,155*	*292,5*	*391,3*	*2,197*	
2,0	0,8	0,2	0,0		9,25	**16,5**	**20,6**	2,225	**119,1**	**195,1**	2,231	—
					17	*34,5*	*39,6*	*2,113*	*241,8*	*337,8*	*2,169*	
4,0	1,0	0,2	0,0		9	**9,9**	**11,0**	2,211	**78,7**	**116,8**	2,206	—
					17	*37,3*	*56,7*	*2,113*	*273,7*	*363,3*	*2,169*	
					9	**13,9**	**17,4**	2,211	**94,8**	**132,0**	2,206	Werthe für Probekörper, welche an der Luft erhärteten.
0,4	0,2	0,0	—		—	—	—	—	—	—	—	Betonprüfung 1 : 4 : 2.

Ursprungsangabe.

					16,5	*47,35*	*55,35*	*2,211*	—	—	—	
0,0	—	—	—		9,5	**18,40**	**22,20**	2,239	—	—	—	—
—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—
0,6	0,0	—	—		10	—	—	—	**128,0**	**171,1**	2,225	—
0,2	0,0	—	—		9,5	—	**25,75**	2,239	—	**252,1**	2,239	—
0,2	0,0	—	—		9,5	—	**19,95**	2,225	—	**177,1**	2,225	—
0,0	—	—	—		9,5	—	**21,85**	2,225	—	**171,5**	2,220	—
1,0	0,6	0,0	—		10	**18,90**	—	2,254	—	—	—	—
0,6	0,0	—	—		10	**15,85**	**22,15**	2,225	**180,0**	**171,8**	2,220	—
0,5	0,0	—	—		10	**11,85**	**21,45**	2,254	**96,1**	**164,8**	2,254	—
1,0	0,6	0,0	—		10	—	**20,38**	2,225	—	**175,5**	2,225	—
0,2	0,0	—	—		9,5	**27,45**	**31,65**	2,254	**288,4**	**342,9**	2,248	—
					19	*37,40*	—	*2,113*	—	—	—	
2,0	1,0	0,1	0,0		10	**16,58**	—	2,225	—	—	—	—
					18	*33,25*	*41,45*	*2,169*	*248,1*	*300,2*	*2,169*	
1,0	0,6	0,0	—		10	**14,25**	**17,60**	2,225	**102,1**	**136,5**	2,223	—
					20	*34,15*	*43,60*	*2,183*	—	—	—	
5,0	3,0	1,0	0,0		10	**18,60**	**19,30**	2,225	—	—	—	—
3,0	2,0	0,5	0,0		8,5 [1]	**11,50**	—	2,254	—	—	—	Werth für 3 Tage alte Probekörper.
						15,53	**20,75**	2,254	—	—	—	[1]) Dem Antrage gemäß mit 8,5 % Wasser angemacht.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	1
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Wasser im reinen Cement: für syrupart. Beschaffenheit %	für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Wärme: der Luft C°	Wärme: des Wassers C°	Lu fen ti te °/
183	Unbekannt	3,086	—	1,194 / 1,800	34	27,5	3/4 / 4	2,8	22	17	65
184	„	3,133	—	1,287 / 1,861	34	27,5	2 1/6 / 5 1/2	2,6	22	18	60
185	„	—	—	1,334 / 1,879	34	27	6 / 7 1/2	0,4	21	18	60
186	„	—	—	1,330 / 1,834	35	27,8	3/4 / 1 1/3	5,2	18	17,8	60
187	„	2,907	—	1,135 / 1,624	39	30	15 / 24	0	20	18	50
188	„	—	—	1,295 / 1,858	34,0	27,5	6 / 9 1/2	0,6	19	18	57
189	„	—	—	1,235 / 1,805	37	30	6 / 9	1,1	20	18	54
190	„	—	—	1,207 / 1,798	34,5	26,5	3 1/2 / 6 1/2	0,4	19	18	51
191	„	—	—	0,965 / 1,401	53	40	10 / 16	0	20	18,5	55
192	„	—	—	1,160 / 1,678	37	29	1 5/6 / 7	1	19	18,5	45
193	„	—	—	1,343 / 1,947	33,5	27,2	5 / 7	1	19	19	45
194	„	—	—	1,340 / 1,894	37,5	30,0	1/6 / 1/2	3,4	20	19	45
195	„	—	—	1,325 / 1,914	35	29	1 Min. / 15 Min.	10	20	19	40
196	„	—	—	1,165 / 1,762	36	29	4 / 9	0,6	20	19	45
197	„	3,060	—	1,145 / 1,797	36	28,1	1/2 / 1 1/6	3	20	19	43
198	„	—	—	— / 0,495[5])	35,5	28	2/3 / 7	0,4	18	17,5	55
199	„	3,125	—	1,192 / 1,792	36	29,6	4 / 8	0,4	16,5	16	62

13.			14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
Rückſtände auf			1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalſand							
			Waſſer in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
900	324	180		σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einſchlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einſchlagen G/J_m	
für 1 qcm				7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
%	%	%	%							
1,0	0,5	0,0	10	**16,50**	**22,40**	2,254	**121,2**	**174,2**	2,248	—
0,0	—	—	10	**20,55**	**24,85**	2,225	**152,4**	**202,1**	2,223	—
0,8	0,3	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	0,1	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—
			19,5	*5,35*	*10,50*	*1,973*	*22,0*	*59,4*	*1,969*	
0,0	—	—	10	**5,55**	**11,50**	2,169	**14,9**	**24,9**	2,163	—
0,4	0,0	—	6	—	—	—	**138,7**	**170,4**	2,233	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 1½ Gewthl. gewaſchenem Rheinſand + 2 Gewthl. Keſſelſchlacke. Bei den Siebverſuchen ergab der Rheinſand auf dem Siebe von 120, 60 Maſch. für 1 qcm Rückſtand 56,0, 29,0 %. Der Rheinſand hatte 31,4 %, die Keſſelſchlacken 55,7 % Hohlräume. 1 Liter Rheinſand wog eingelaufen 1,615 kg, eingerüttelt 1,750 kg.
—	—	—	10	**23,55**[1]	**15,60**[2]	2,197	**173,0**[1]	**124,8**[2]	2,197	[1]) Werthe für 60 Tage alte Probekörper aus 1 Raumthl. Cement + 3 Raumthl. Normalſand, welche den erſten Tag an der Luft, dann unter Waſſer erhärteten. [2]) Wie vor.; die Probekörper erhärteten an der Luft.
			11	—	**32,35**	2,324	—	**146,8**	2,192	Werthe für Probekörper aus 1 Raumthl. Cement + 3 Raumthl. Schlackengrus, welche den erſten Tag an der Luft, die übrige Zeit unter Waſſer erhärteten.
			11	**34,30**[3])	**38,30**[4])	2,324	**176,5**[3])	**205,4**[4])	2,192	[3]) Werthe für 60 Tage alte Probekörper. [4]) „ „ 90 „ „ „
			11	—	**24,50**	2,324	—	**149,9**	2,192	Wie vor.; die Probekörper erhärteten an der Luft. Der Schlackengrus wurde dem Antrage gemäß ſo zerkleinert, daß die Korngröße derjenigen des preußiſchen Normalſandes entſprach. Von dieſem Schlackengrus wog 1 Lit. eingelauf. 1,275 kg, eingerüttt. 1,527 kg.
			11	**28,50**[3])	**27,10**[4])	2,324	**166,3**[3])	**151,0**[4])	2,192	
0,2	0,1	0,0	8	**19,55**	**25,70**	2,268	—	—	—	Dem Antrage gemäß mit 8 % Waſſer angemacht.
0,6	0,2	0,0	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0	—	—	9,5	**23,20**	**27,13**	2,225	—	—	—	—
—	—	—	9	**22,80**	**26,40**	2,225	—	—	—	—
0,2	0,0	—	10	**11,20**	**16,23**	2,239	—	—	—	—
0,0	—	—	10	**17,60**	**23,53**	2,197	—	—	—	—
0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0	—	—	9,5	**17,30**	**22,63**	2,268	**150,2**	**185,2**	2,265	—
			18	*31,75*	—	*2,113*	—	—	—	
0,2	0,0	—	9,5	**11,05**	—	2,225	—	—	—	[5]) Werth für ¼ Liter Cement.
0,0	—	—	10	**19,73**	**25,45**	2,254	**125,0**	**210,0**	2,251	—

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Wasser im reinen Cement für sprupart. Beschaffenheit %	Wasser im reinen Cement für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Wärme der Luft C°	Wärme des Wassers C°	Luftfeuchtigkeit %
200	Unbekannt	3,165	—	1,257 1,848	34	26,8	4½ 8⅓	0,8	18	17,8	55
201	„	3,129	—	1,267 1,903	35	27,8	6 9	0,7	18	17,8	55
202	„	3,068	—	1,164 1,784	39	32	25 Min. 2 10	1,4	18,2	17,8	50
203	„	—	—	1,155 1,763	35	27,6	35 Min. 1⅓	4	19	18	69
204	„	3,161	—	1,315 1,922	32,5	26,8	⅙ 1⅙	5,5	18,5	17,8	75
205	„	3,165	—	1,174 1,777	34	27,7	1½ 7	1,6	18	17,4	69
206	„	3,173	—	1,295 1,835	34	27,5	8 12	0	18	17,6	69
207	„	—	—	1,378 1,951	32	26	6 9	1	18	17,6	62
208	„	3,125	—	1,270 1,888	35	28,6	8 Min. 20 Min.	5,8	20	18	60
209	„	—	—	1,282 1,879	34	27,5	3¹/₁ 6²/₁	1,4	20	20	60
210	„	3,165	—	1,307 1,985	30	23	4⅓ 7½	1	20	19	66
211	„	—	—	1,177 1,837	33,5	28	3 8½	3	18	17,5	60
212	„	—	—	1,170 1,790	34	28	3 8½	2	18	17,5	60
213	„	—	—	1,125 1,698	36	29	8 11	0	16	15,5	70
214	„	—	—	1,148 1,732	36,5	28,5	7 10	0,5	16	15,5	70
215	„	—	—	1,160 1,797	36,5	29	7½ 10	0,8	16	15,5	70
216	„	—	—	1,195 1,810	34	27	6 10	0	16	15,5	70
217	„	—	—	1,150 1,754	34	27	6 10	0	16	15,5	70
218	„	3,156	—	1,270 1,842	34	27,2	3 7	2,2	18	17,5	70

13.				14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
Siebrückstände auf				1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
				Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
					σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	
900	600	324	180		7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
Löchern für 1 qcm											
%	%	%	%	%							
2,0	1,0	0,2	0,0	9,5	**17,00**	**20,88**	2,211	**84,4**	**145,3**	2,211	—
0,4	0,2	0,0	—	9,5	**22,65**	**25,00**	2,239	**150,4**	**216,5**	2,239	—
				19,5	*29,05*	*42,18*	*2,141*	*240,3*	*354,5*	*2,155*	
0,2	0,0	—	—	10	**9,98**	**15,03**	2,239	**75,5**	**127,6**	2,239	—
0,6	0,2	0,0	—	9,5	—	**23,13**	2,239	—	—	—	—
0,2	0,0	—	—	9,5	**14,93**	**18,88**	2,239	**100,2**	**135,4**	2,239	—
1,0	0,0	—	—	9	**16,25**	**20,83**	2,239	**108,9**	**183,6**	2,239	—
2,0	0,6	0,0	—	9	**16,00**	**22,30**	2,225	—	—	—	—
				9	**17,83**	**23,25**	2,254	—	—	—	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Normalsand vom Rheine, welche normengemäß erhärteten. Bei den Siebversuchen ergab der Sand auf dem Siebe von 120, 60 Masch. für 1 qcm Rückstand 85,0, 0,0 %. Der Sand hatte 40,7 % Hohlräume. Es wog 1 Liter eingelaufen 1,440 kg, eingerüttelt 1,637 kg.
				10	**23,18**	**32,43**	2,296	—	—	—	Werthe für Probekörper aus 1 Gewthl. Cement + 3 Gewthl. Bahneinschnitt-Normalsand, welche normengemäß erhärteten. Bei den Siebversuchen ergab der Sand auf dem Siebe von 120, 60 Masch. für 1 qcm Rückstand 24,0, 0,0 %. Der Sand hatte 35,3 % Hohlräume. Es wog 1 Liter eingelaufen 1,460 kg, eingerüttelt 1,678 kg.
2,0	1,0	0,2	0,0	9	**15,33**	**21,20**	2,211	**125,1**	**174,5**	2,208	—
				18,5	*21,03*	*30,50*	*2,197*	*128,9*	*183,2*	*2,197*	
3,0	0,8	0,0	—	9,5	**6,50**	**11,70**	2,225	**34,3**	**63,4**	2,220	—
0,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,0	1,0	0,2	0,0	8,5	**19,95**	**23,38**	2,225	**133,2**	**217,9**	2,225	—
2,0	0,8	0,2	0,0	9,5	**9,95**	**17,10**	2,211	—	—	—	—
2,0	0,8	0,4	0,0	9,5	**10,20**	**17,00**	2,211	—	—	—	—
0,6	0,0	—	—	9	**16,80**	**23,85**	2,211	—	**170,4**	2,217	—
0,4	0,0	—	—	8,75	**17,25**	**24,55**	2,225	—	**180,5**	2,223	—
1,5	0,4	0,0	—	8,75	**11,35**	**17,90**	2,225	—	**142,7**	2,217	—
1,4	0,4	0,0	—	8,5	**7,85**	**14,45**	2,211	—	**96,2**	2,217	—
2,0	0,8	0,0	—	8,5	**11,30**	**16,53**	2,211	—	**124,9**	2,208	—
0,2	0,0	—	—	9	**19,65**	**23,25**	2,225	**148,4**	**230,0**	2,220	—

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Wasser im reinen Cement: für syrupart. Beschaffenheit %	Wasser im reinen Cement: für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Abbindeproben. Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Abbindeproben. Wärme: der Luft C°	Abbindeproben. Wärme: des Wassers C°	Luftfeuchtigkeit %
219	Unbekannt	—	—	1,277 / 1,906	33	26,8	6 / 8	4,3	17,5	16,5	67
220	„	—	—	1,202 / 1,825	37	28,8	2¼ / 6	3	19	17,8	60
221	„	—	—	1,250 / 1,903	35,5	28	3 / 8	2,4	18,5	17,5	60
222	„	3,125	—	1,180 / 1,751	37	29,5	3 / 5½	2	19	18	60
223	„	3,125	—	1,252 / 1,836	35	28	5 / 9½	1	16	15,8	58
224	„	—	—	1,238 / 1,869	34	26,5	3½ / 10	0	15	15,5	60
225	„	—	—	1,220 / 1,859	34	27	6 / 11	0	15	15,5	60
226	„	—	—	1,155 / 1,828	35,5	28	¾ / 6	2	17	16	60
227	„	—	—	1,150 / 1,848	37,5	28,5	3½ / 8½	0	17	16	58
228	„	—	—	1,240 / 1,914	32,5	26,5	⅕ / 1⅕	3,6	18	17	50
229	„	—	—	1,306 / 1,991	33,5	27	3½ / 9	2,4	16	16	56
230	„	—	—	1,305 / 1,955	32	26	2½ / 9⅓	0	15	15,5	58
231	„	—	—	1,280 / 1,963	34	27,5	6 / 9	0	17	17	48
232	„	3,075	3,02	1,182 / 1,723	38	30	6 / 10	1	18,5	18	70
233	„	3,146	1,87	1,245 / 1,958	33	26	3 / 7	—	20	19	50

[1]) Werthe für 28 Tage alte Probekörper
[3]) „ „ 3 Monate „ „ } aus 1 Raumthl. Cement + 12 Raumthl. Kies A, welche normengemäß erhärteten.

Bei den Siebversuchen ergab Kies A
auf dem Siebe von 5000, 900, 600, 324, 180, 120, 60, 20, 9, 4, 1 Maschen für 1 qcm
Rückstand 99,7, 97,0, 96,0, 94,9, 92,3, 90,8, 81,8, 63,2, 48,5, 32,2, 20,9 %.
Auf einem Siebe von 1 Masche für 2,5 qcm hinterließ der Kies 5,8 % Rückstand.
Der Kies hatte 20,3 % Hohlräume. Es wog 1 Liter eingelaufen 1,830 kg, eingerüttelt 2,071 kg.

[2]) Werthe für 28 Tage alte Probekörper
[4]) „ „ 3 Monate „ „ } aus 1 Raumthl. Cement + 12 Raumthl. Kies B, welche normengemäß erhärteten.

Bei den Siebversuchen ergab Kies B
auf dem Siebe von 5000, 900, 600, 324, 180, 120, 60, 20, 9, 4, 1 Maschen für 1 qcm
Rückstand 99,2, 92,2, 88,4, 83,3, 69,5, 62,2, 42,3, 29,0, 21,2, 14,3, 10,3 %.
Auf einem Siebe von 1 Masche für 2,5 qcm hinterließ der Kies 5,7 % Rückstand.
Der Kies hatte 22,7 % Hohlräume. Es wog 1 Liter eingelaufen 1,692 kg, eingerüttelt 1,917 kg.

3.			14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
ckstände auf			1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							
			Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
00	324	180		σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einschlagen G/J_m	
für 1 qcm				7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
%	%	%	%							
),0	—	—	9	**22**,60	—	2,211	—	—	—	—
—	—	—	9,5	**19**,48	**23**,10	2,211	—	**166**,3	2,208	—
),0	—	—	9,5	**15**,50	**18**,20	2,211	—	**143**,6	2,211	—
—	—	—	9,5	**17**,75	**21**,85	2,211	**123**,7	**182**,2	2,211	—
),2	0,0	—	9,5	**14**,45	**18**,08	2,225	—	—	—	—
),4	0,0	—	9,5	**16**,65	**20**,50	2,239	**130**,5	**172**,2	2,239	—
),2	0,0	—	9,5	**15**,23	**18**,35	2,225	**129**,9	**165**,5	2,225	—
),0	—	—	9,5	**15**,05	**19**,10	2,225	—	**207**,8	2,225	—
),0	—	—	9	**14**,50	**20**,40	2,225	—	**206**,3	2,225	—
),2	0,0	—	9	—	**23**,95	2,254	—	—	—	—
2,0	0,8	0,0	9	**14**,83	**18**,35	2,211	**97**,5	**155**,7	2,208	—
2,0	0,2	0,0	9,5	**12**,90	**16**,68	2,211	**94**,1	**143**,0	2,211	—
),2	0,0	—	5	—	—	—	**99**,6[1]	**126**,9[2]	2,360	Siehe Anm. [1]) u. [2]) unten.
			5,5	—	—	—	**135**,6[1]	**180**,7[2]	2,400	Wie vor. Die Mischung bestand aus 1 Raumthl. Cement + 8 Raumthl. Kies.
			6	—	—	—	**42**,9[3]	**88**,7[4]	2,250	Siehe Anm. [3]) u. [4]) unten.
			7	—	—	—	**82**,1[3]	**102**,5[4]	2,300	Wie vor. Die Mischung bestand aus 1 Raumthl. Cement + 8 Raumthl. Kies.
			5	—	—	—	**85**,7[3]	**99**,0[4]	2,350	Siehe Anm. [3]) u. [4]) unten.
			5,5	—	—	—	**156**,2[3]	**209**,7[4]	2,400	Wie vor. Die Mischung bestand aus 1 Raumthl. Cement + 8 Raumthl. Kies.
			8	—	—	—	**17**,2[3]	**27**,3[4]	2,100	Siehe Anm. [3]) u. [4]) unten.
			9	—	—	—	**32**,0[3]	**50**,7[4]	2,070	Wie vor. Die Mischung bestand aus 1 Raumthl. Cement + 8 Raumthl. Mauersand.
7,0	6,0	4,0	9	—	**21**,7	2,211	—	**194**,1	2,211	—
			17	*36,2*	—	*2,197*	*288,2*	—	*2,203*	
0,0	—	—	9	**13**,6	—	2,239	**115**,5	—	2,237	—

Werthe für 28 Tage alte Probekörper } aus 1 Raumth. Cement + 12 Raumthl. Kies C, welche normengemäß erhärteten.
" 3 Monate "

Bei den Siebversuchen ergab Kies C
auf dem Siebe von 5000, 900, 600, 324, 180, 120, 60, 20, 9, 4, 1 Maschen für 1 qcm
Rückstand 99,7, 97,0, 96,1, 94,8, 92,3, 91,1, 83,4, 66,4, 52,0, 33,2, 22,4 %.

Auf einem Siebe von 1 Masche für 2,5 qcm hinterließ der Kies 21,8 % Rückstand.

Der Kies hatte 21,8 % Hohlräume. Es wog 1 Liter eingelaufen 1,778 kg, eingerüttelt 2,021 kg.

Werthe für 28 Tage alte Probekörper } aus 1 Raumthl. Cement + 12 Raumthl. Mauersand, welche normengemäß erhärteten.
" 3 Monate "

Bei den Siebversuchen ergab der Mauersand
auf dem Siebe von 5000, 900, 600, 324, 180, 120, 60, 20, 9, 4, 1 Maschen für 1 qcm
Rückstand 99,4, 71,1, 61,5, 53,6, 16,5, 8,0, 0,9, 0,4, 0,2, 0,1, 0,0 %.

Der Mauersand hatte 28,5 % Hohlräume. Es wog 1 Liter eingelaufen 1,573 kg, eingerüttelt 1,529 kg.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Laufende Nr.	Cement-Marke	Spez. Gew. des geglühten Cementpulvers	Glühverluſt des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog a. eingelaufen b. eingerüttelt kg	Waſſer im reinen Cement für ſyrupart. Beſchaffenheit %	für die Abbindeprobe %	Abbindeproben. Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Wärme-Erhöh. beim Abbinden C°	Wärme der Luft C°	Wärme des Waſſers C°	Luftfeuchtigkeit %
234	Unbekannt	3,098	1,81	1,177 1,841	36	28,5	2 5	1,4	17	17	60
235	„	3,191	0,57	1,345 2,020	31	25	5 8	0	20,8	20	56
236	„	2,876	9,76	0,898 1,445	50	39,5	5 Min. 9 Min.	10	18	17	56
237	„	2,831	5,70	0,875 1,387	51	39,2	2 8	—	18	17	56
238	„	3,106	4,26	1,190 1,870	31,5	24	3½ 7	—	20,5	19,5	75
239	„	—	—	1,242 1,943	38	30	3 7½	1,5	20,5	19,5	75
240	„	3,113	3,37	1,198 1,884	34	27	6 8	—	17,5	17	68
241	„	2,968	4,84	1,202 1,920	32	23	4¼ 9	—	17,5	17	65
242	„	3,127	2,88	1,215 1,918	35	28	5 8	—	17,5	17	65
243	„	3,146	2,01	1,360 2,084	33	26	⅔ 1⅔	—	18	18,5	66
244	„	3,144	1,00	1,188 1,946	32,5	26	4 7	—	17,5	17,0	72
245	„	3,141	1,72	1,202 1,884	33,5	27,5	4 7	—	16	16	55
246	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
247	„	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
248	„	3,153	2,13	1,253 1,990	31	24	3 8	—	17,5	17	62
249	„	3,048	4,53	1,170 1,865	32,5	24,1	1⅔ 4	—	17,5	17	65
250	„	—	—	1,202 1,973	35	28,2	—	—	—	—	—
251	„	—	—	1,204 1,942	36	29	—	—	—	—	—
252	„	—	—	1,223 1,964	34	27,2	—	—	—	—	—
253	„	—	—	1,232 1,904	35,5	28,5	14 23	—	16,5	16	65
254	„	3,101	2,149	1,275 2,004	33	26,5	7 10¼	0	17	16	65
255	„	3,065	2,842	1,153 1,900	35,5	28,4	4¼ 9⅗	—	17	16	65
256	„	—	—	1,110 1,750	36	27	3 52 6 52	—	17	17	65
257	„	—	—	—	32,5	26,6	—	—	17	17,5	65
258	„	—	—	—	39	31,5	—	—	17	17,5	65
259	„	—	—	—	31,5	25,2	—	—	17	17,5	65

		14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
ſtände		1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalſand							
324	180	Waſſer in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Bemerkungen
1 qcm			σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einſchlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. n. d. Einſchlagen G/J_m	
%	%	%	7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage		
0,8	0,2	9,5	**18,4**	**23,4**	2,225	**139,5**	**204,3**	2,234	—
0,0	—	9	**14,9**	**20,4**	2,225	**118,5**	**155,9**	2,220	—
		31	*22,2*	*24,5*	*1,831*	*173,2*	*203,3*	*1,775*	
14,0	8,0	12	**6,2**	**10,9**	2,085	**57,4**	**68,4**	2,090	—
		30	*19,2*	*29,1*	*1,817*	*120,6*	*182,6*	*1,872*	
10,0	3,0	12	**5,7**	**10,0**	2,000	**26,8**	**44,9**	2,028	—
1,6	0,7	9	**13,1**	**18,3**	2,225	**75,0**	**107,0**	2,217	—
—	—	9,5	**17,8**	—	2,225	—	—	—	—
0,0	—	9	**14,5**	**20,0**	2,225	**103,2**	**147,7**	2,225	—
4,0	2,0	8	**8,4**	**13,0**	2,155	**37,7**	**61,8**	2,155	Polychromcement. Treiben fand nicht ſtatt.
—	—	9,5	**16,2**	**19,8**	2,225	**128,7**	**175,5**	2,231	—
—	—	9	**12,5**	**15,9**	2,225	**106,2**	**164,9**	2,225	—
—	—	9	**20,7**	**23,3**	2,254	**164,4**	**235,0**	2,254	—
0,2	0,0	9	**15,5**	**19,9**	2,225	**113,2**	**166,4**	2,225	—
—	—	9	**15,2**	**19,5**	2,225	**111,0**	**171,5**	2,225	—
—	—	9	**17,6**	**19,7**	2,225	**123,0**	**175,8**	2,225	—
1,4	0,3	8,5	**14,2**	**20,7**	2,211	**106,8**	**150,4**	2,206	—
0,4	0,0	9	**9,8**	**15,5**	2,197	**51,7**	**95,0**	2,203	—
—	—	9,5	—	**19,8**	2,239	—	**172,7**	2,245	—
—	—	9,5	—	**23,4**	2,225	—	**209,8**	2,234	—
—	—	9,5	—	**24,0**	2,254	—	**216,7**	2,259	—
—	—	9,5	**19,3**	**24,1**	2,211	**138,3**	**202,6**	2,231	—
0,0	—	9	**20,4**	**22,8**	2,225	**172,0**	**240,2**	2,220	—
		18	*43,2*	*56,1*	*2,169*	*377,2*	*488,9*	*2,169*	
0,2	0,0	8 [1])	**17,8**	**23,8**	2,211	**153,7**	**234,5**	2,211	[1]) Dem Antrage gemäß mit 8 % Waſſer angemacht.
0,6	0,0	9	**9,7**	**14,3**	2,197	**45,6**	**72,8**	2,217	—
—	—	9	**13,7**	**19,9**	2,211	**107,8**	**159,5**	2,214	—
—	—	10	**11,6**	**15,6**	2,211	**74,4**	**114,3**	2,220	—
—	—	8,5	**18,5**	**23,8**	2,225	**118,5**	**164,5**	2,225	—

4. Sand- und Cementsiebe.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

Mehrfache Klagen, welche bei der Versuchsanstalt über die Verschiedenheit der Ergebnisse von Siebversuchen an verschiedenen Orten eingingen und deren Berechtigung durch vergleichende Versuche bestätigt wurde, sowie auch die Erfahrung, daß der vom Chemischen Laboratorium für Thonindustrie bezogene, in der Stettiner Portlandcement-Fabrik aus Freienwalder Rohmaterial der Grube Schiffmühle hergestellte Normalsand vielfach erhebliche Mengen feiner Körner enthielt, die das 120-Maschensieb passirten, statt auf ihm liegen zu bleiben, veranlaßten die Versuchsanstalt, der Frage der Gleichmäßigkeit und normalen Beschaffenheit der Siebe allgemein näher zu treten. Durch die in Heft 2 der „Mittheilungen" 1896 veröffentlichten Versuche war festgestellt worden, daß der im Herbst 1895 bezogene Normalsand im Wesentlichen dieselben Eigenschaften hatte, wie zwei andere Normalsande aus dem Jahre 1890. Spätere Untersuchungen deuteten aber darauf hin, daß nicht alle Sandlieferungen diese Eigenschaften besaßen, was um so bedenklicher schien, als bekannt war, daß innerhalb der Grenzen der 60- und 120-Maschensiebe die wechselnde Größe der Körner die Festigkeit beeinflußt.

Abgesehen vom Grade dieses Einflusses — worüber noch besondere Versuche im Gange sind — war also ohne Weiteres anzunehmen, daß die Verschiedenheit der Sandsiebe an verschiedenen Orten sich mehr oder minder auf die Festigkeit der mit den Sanden erzeugten Mörtel äußern würde, und es war zu untersuchen:

1. ob die in den Handel gebrachten Normalsiebe unter sich und mit der Vorschrift der Normen übereinstimmen;
2. ob die zur Herstellung des Normalsandes in Züllchow benutzten Siebe der Vorschrift der Normen entsprechen, und wenn nicht, ob der in Züllchow hergestellte Normalsand auf den richtigen Sieben die richtige, vorgeschriebene Zusammensetzung zeigt.

Im Anschlusse hieran war zu untersuchen, welche Schritte etwa gethan werden müßten, um eine gleichmäßige Lieferung der Normalsiebe für die Zukunft sicher zu stellen.

Bei Beantwortung der Frage unter 1 lag es nahe, auch das vorgeschriebene Cement- (900-Maschen-)Sieb und die sonst noch zu Siebversuchen benutzten Gewebe mit in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen.

Um zunächst einen allgemeinen Einblick in den Stand der Siebfabrikation zu gewinnen, wurden durch Vermittelung des Herrn E. Cramer von vier Metallgewebe-Fabrikanten Siebproben bezogen, die nachstehend in Tabelle 1 mit R, F, E und B bezeichnet und unter den Nummern aufgeführt sind, unter denen sie im Handel erscheinen.

Ueber die fabrikmäßige Herstellung und die handelsübliche Bezeichnung der Metallgewebe ist Folgendes vorauszuschicken.

Beim Weben der Siebe läuft jeder einzelne Draht der Kette durch eine Oeffnung von bestimmter, der Drahtstärke entsprechender Weite. Eine Leiste mit einer Anzahl solcher Oeffnungen neben einander in einer Reihe bildet den „Webekamm".

Diese „Webekämme" sind für die verschiedenen Siebfeinheiten in aufsteigender Reihe so geordnet, daß jeder Kamm und damit das auf ihm erzeugte Gewebe diejenige Nummer erhält, welche der Anzahl seiner Drähte auf einen Zoll (englisch) Breite des Gewebes entspricht. Mit denselben Nummern sind die handelsüblichen Siebgewebe bezeichnet.

Die Drahtstärke ist bei diesen Sieben nicht festgelegt; sie wird aber nach praktischen Erfahrungsgrundsätzen so gewählt, daß sich die Drähte beim Weben „krippen" und das Gewebe einen gewissen Halt gewinnt.

Die besseren Drähte werden durch Diamanten gezogen, damit der Durchgang des Drahtes im Zug sich nicht verändert. Aber schon nach dem Verlassen des Steines kann der Draht durch Dehnung dünner werden und, da die Kette im gespannten Zustand auf den Webstuhl gebracht wird, tritt auch hierbei leicht Recken ein und der Draht verliert an Gleichmäßigkeit.

Außerdem weichen an sich die in den einzelnen Drahtwebereien verwendeten Drähte in der Stärke erheblich von einander ab, da sehr verschiedene Drahtlehren in Anwendung sind, englische, französische, westfälische, Augsburger Lehre u. s. w. In Deutschland werden die Drähte zumeist nach der Augsburger Lehre gemessen, die nach Zoll eingetheilt ist. Daher kommt es, daß die Drähte der handelsüblichen Gewebe nicht genau nach Millimeter-Theilung gemessen werden können. Beispielsweise messen die dem vorgeschriebenen Drahte des 60-Maschensiebes (0,38 mm) am nächsten liegenden Drähte der Augsburger Lehre 0,36 mm und 0,395 mm. Der eine ist zu dünn, der andere zu dick.

Für die handelsüblichen Gewebe sind in jeder Fabrik Webekämme (Webeblätter) vorhanden, die zwar den angewendeten Drahtstärken entsprechen, aber einen etwas größeren Durchlaß haben müssen als die Stärke des Kettenfadens, da sonst das Blatt nicht geschoben werden kann und der Schlag der Weblade ein unregelmäßiger würde. Für außergewöhnliche Siebe, wie sie die Normensiebe sind, für welche man die Drähte nach Millimetermaß bestimmt hat, hätten besondere Webekämme beschafft werden müssen, deren Preis 30—40 Mk. bei 50—60 cm Breite beträgt. Diese Ausgabe werden sich die Siebfabrikanten in den meisten Fällen gespart und bereits vorhandene Webkämme benutzt haben, auf die Gefahr hin, daß sich die zu feinen Drähte beim Weben noch mehr verschieben und noch ungleichmäßigeres Gewebe liefern als dies an sich schon durch die bewegliche, sich bald mehr nach rechts, bald mehr nach links legende Kette geschieht. Weitere Ungleichmäßigkeiten werden durch Folgendes bedingt: Bei Verwendung des Webeschiffchens wird der Einschlag auf kleine Spulen gebracht und erhält dadurch Knicke, die das Schiffchen nicht ganz glatt herauszieht. Bei dem etwas kostspieligeren Weben mit der Nadel bleibt der Einschlag gestreckter und diese Fehler werden kleiner.

Schließlich werden auch durch ungleichmäßig geglühten Draht noch Unregelmäßigkeiten im Gewebe bedingt, die sich kaum vermeiden lassen werden. Ist der Draht weicher, so schlägt die Weblade dichter zu als bei härterem Draht, der sich weniger krippt.

Zu allen diesen, den Drahtgeweben mehr oder weniger gemeinsamen Fehlern tritt nun ein Grundfehler der Normensiebe, der darin liegt, daß man sie nicht aus der Zahl der vorhandenen gebräuchlichen Gewebe ausgewählt, sondern anscheinend willkürlich Maschenweite und Drahtstärke vorgeschrieben und die Zahl der auf 1 qcm fallenden Maschen bestimmt hat, ohne auch nur auf die anzustrebende quadratische Form der Maschen Rücksicht zu nehmen.

Weder das 60-, noch das 120-Maschensieb ist mit einer gleichen Zahl Drähte auf 1 cm Länge und Breite in Schuß und Kette herzustellen, da 60 und 120 keine Quadratzahlen sind.

Beim 900-Maschensieb ist dies der Fall, dafür hat dieses Sieb aber andere Mängel, aus deren Beleuchtung ein weiterer Grundfehler des ganzen Systems klar werden wird.

Nach Vorschrift der Normen soll die Drahtstärke des 900-Maschensiebes die Hälfte der Maschenweite betragen. Die Zahl der Maschen auf 1 cm Gewebelänge und -breite beträgt 30, auf 1 Masche kommen also 0,333 mm, die im Verhältniß 1 : 2 zu theilen sind. Der zu verwendende Draht (Messingdraht) hat somit nur 0,111 mm Dicke und ist erfahrungsmäßig im Verhältniß zur Größe der Oeffnungen zu dünn; die dünnen Drähte krippen sich nur wenig, und dem Gewebe fehlt in Folge dessen die zum Durchsieben schwerer Produkte unumgänglich nothwendige feste Verbindung in den Drähten; die Drähte verschieben sich leicht und das Siebprodukt erhält andere Korngrößen als beabsichtigt war.

Die Vorschrift zu dünnen Drahtes hat aber noch andere Fehler erzeugt. In der Voraussicht, daß das vorgeschriebene Gewebe die erforderliche Haltbarkeit nicht aufweisen würde, haben die Siebfabrikanten theilweise zu stärkeren Drähten gegriffen. Die Folge war entweder eine Verengung der Maschen oder eine Verkleinerung der Maschenzahl. In keinem Falle entsprach das so hergestellte Sieb den Anforderungen der Normen.

Diese Thatsachen erklären wohl zur Genüge die vielfachen Abweichungen in den Siebgeweben, von denen jeder Fabrikant selbst unter der gleichen Nummer verschiedene liefert, sie weisen aber auch darauf hin, wo der Hebel anzusetzen ist, um Abweichungen in den Korngrößen der Siebprodukte zu vermeiden. Hierauf soll weiter unten eingegangen werden.

Tabelle 1. **Siebgewebe des Handels.**

Das Sieb hat				Gebräuchlich als Sieb von Maschen auf 1 qcm	Drahtstärke im Mittel aus 6—10 Messungen				Maschenweite im Mittel aus 6—10 Messungen				Ausmessung der Drähte und Maschen
Nr.	Fäden auf 1 Zoll engl.	Fäden auf 1 cm Länge	Maschen auf 1 qcm		R	F	E	B	R	F	E	B	
20	20	7,9	62,41	60	0,35		0,32		0,97		1,05		Von links n. rechts.
					0,36		0,35		1,04		0,95		„ oben „ unten.
24	24	9,5	90,25										
25	25	9,8	96,04										
26	26	10,2	104,04										
28	28	11,0	121,00	120		0,30	0,26			0,59	0,64		Von links n. rechts.
						0,30	0,25			0,63	0,68		„ oben „ unten.
30	30	11,8	139,24										
35	35	13,8	190,44										
40	40	15,9	252,81										
45	45	17,7	313,29										
50	50	19,7	388,09										
55	55	21,3	453,69										
60	60	23,6	556,96										
65	65	25,6	655,36										
70	70	27,6	761,76	900	0,13	0,14	0,13	0,13	0,26	0,23	0,25	0,24	Von links n. rechts.
					0,12	0,15	0,13	0,13	0,27	0,23	0,21	0,25	„ oben „ unten.
80	80	31,5	992,25		0,11	0,15	—	0,11	0,23	0,22	—	0,22	Von links n. rechts.
					0,11	0,14	—	0,12	0,22	0,22	—	0,23	„ oben „ unten.
90	90	35,4	1253,16										
100	100	39,4	1552,36										
120	120	47,2	2227,84										
130	130	51,2	2621,44										
140	140	55,1	3036,01										
150	150	59,1	3492,81										
160	160	63,0	3969,00										

In der Tab. 1 sind diejenigen Siebe besonders bezeichnet, welche als 60- bezw. 120- bezw. 900-Maschensiebe in den Handel gebracht werden. Ihre Drahtstärken und Maschenweiten sind nach 10fach vergrößerten Photographien sorgfältig gemessen worden.

Nach Vorschrift der Normen müssen diese Siebe folgende Drahtstärken und Maschenweiten aufweisen, wobei das 60-Maschensieb als Sieb mit 64 Maschen und das 120-Maschensieb als Sieb mit 121 Maschen, also 8 bezw. 11 Drähten auf 1 cm Länge bezw. Breite gerechnet, und angenommen ist, daß unter einem Sieb von 64 Maschen auf 1 qcm ein solches zu verstehen ist, welches auf einer quadratischen Fläche von 1 cm Seitenlänge 64 quadratische Maschen aufweist, was in den Normen als stillschweigende Voraussetzung gilt.

Maschen auf 1 qcm	Drahtstärke mm	Maschenweite mm
60	0,38	0,870
120	0,32	0,589
900	0,111	0,222

Aus der Tabelle 1 ist ersichtlich, daß von den gemessenen handelsüblichen Geweben keines genau den Vorschriften der Normen entspricht.

Bei dem 60-Maschensieb der Fabrikanten R und E sind die Drähte zu fein, die Maschen zu weit; bei dem 120-Maschensieb der Fabrikanten F und E ist dasselbe der Fall. Die Gewebe Nr. 80 der Fabrikanten R und B entsprechen in Drahtstärke und Maschenweite annähernd den Normen für das 900-Maschensieb, haben aber an Stelle von 900 Maschen deren 992 auf 1 qcm; bei den Sieben des Fabrikanten F sind die Drähte zu stark und bei denen des Fabrikanten E die Drähte zu stark und die Maschen zu weit; das Sieb hat nur 762 Maschen auf 1 qcm.

Recht auffällig sind die großen Unterschiede in den Geweben, welche von verschiedenen Fabrikanten unter der gleichen Nummer in den Handel gebracht werden.

Diese Unterschiede werden noch augenfälliger bei Betrachtung der Tafeln X und XI, in welchen ein Theil der den Untersuchungen zu Grunde gelegten Gewebe in $6^2/_3$facher linearer Vergrößerung photographisch dargestellt ist. Diese Abbildungen verdeutlichen alle Fehler, welche derartige Siebgewebe aufweisen.

Beispiele der geringen Uebereinstimmung von Geweben gleicher Nummer aber verschiedenen Ursprungs, die ohne Messung mit bloßem Auge bei Betrachtung der Photographien auffindbar sind, stellen folgende Gewebe dar:

Nr. 24 F u. E,
„ 28 F u. E,
„ 30 R, F u. E,
Nr. 35 R, F u. E,
„ 40 R, F u. E,
„ 80 R u. F u. a. m.

Im Allgemeinen stimmen die feineren Gewebe gleicher Nummer besser miteinander überein als die gröberen, zeigen aber größere Webefehler als diese.

Erhebliche Ungleichmäßigkeiten in den Maschenweiten sind z. B. bei folgenden Geweben erkennbar:

Nr. 24 F u. E,
„ 35 R u. F,
„ 40 R u. E,
„ 55 R,
„ 70 E,
Nr. 120 B,
„ 140 B,
„ 150 F (Köpergewebe),
„ 160 B.

Verzerrungen des Gewebes zeigen:

Nr. 30 E,
„ 90 B,
„ 150 B (Köpergewebe).

Auch noch andere Abweichungen und Fehler sind aus den Abbildungen ersichtlich; z. B. sind Nr. 90 B, sowie 150 F und B Köpergewebe, keine glatten Gewebe, bei Nr. 40 R und Nr. 60 F sind einzelne Drähte sehr stark, andere weniger stark gekrippt u. s. w.

Im Durchschnitt sind die gleichmäßigsten Gewebe die unter F, zu denen meist stärkere, im Gewebe stark gekrippte Drähte verwendet sind, als zu den übrigen. Diese Gewebe rühren von einer Berliner Firma her.

Ungleiche Maschenweiten in größerer Zahl und Verzerrungen sind leicht erkennbar, wenn man das Gewebe gegen das Licht hält. Solche Siebe können daher auf Grund einfacher Besichtigung verworfen werden, ohne daß es nöthig ist, Messungen vorzunehmen. Daß sie unter Umständen verworfen werden müssen, geht aus einem Beispiel hervor, welches die Prüfung dreier für die Versuchsanstalt neu beschaffter 120-Maschensiebe aus derselben Geweberolle lieferte.

Je 200 g desselben Sandes wurden von demselben Beobachter auf den drei Sieben gesichtet. Im Mittel aus je 3 Versuchen ergab Sieb I 36,8 g, Sieb II 41,6 g, Sieb III 37,4 g Feinstes. Die genaue Besichtigung der Gewebe ergab, daß bei Sieb II ein einziger Draht etwas verschoben war. Das beweist den großen Einfluß geringer Ungenauigkeiten in den Maschenweiten auf die Siebprodukte und zwar äußert sich dieser Einfluß namentlich bei Maschenerweiterungen insofern, als mehr Feines das Sieb passirt, als eigentlich sollte, während einzelne verengte Maschen weniger schädlich wirken, aber die Wirkung des Siebes abschwächen. Ergeben nun schon die Siebe aus ein und demselben Gewebe derartige Abweichungen, so ist leicht verständlich, wie an verschiedenen Orten mit verschiedenen Geweben verschiedene Siebergebnisse gefunden werden müssen.

Differenzen in den Siebergebnissen, welche zwischen einer Portlandcement-Fabrik und der Versuchsanstalt auftraten, gaben Veranlassung, diese Thatsache durch besondere Versuche zu beweisen.

Die Fabrik stellte bereitwillig ihre Siebe zur Verfügung, mit denen alte und neue Siebe der Versuchsanstalt verglichen wurden.

Um nach Möglichkeit den Einfluß der Persönlichkeit des Siebenden auszuschließen, wurden die Versuche von drei Gehülfen unabhängig von einander ausgeführt. Die Ergebnisse sind in Tab. 2 zusammengestellt.

Tabelle 2. **Ergebnisse der Siebversuche mit einem Cement auf verschiedenen Sieben.**

Die in der Tabelle angegebenen Zahlen bedeuten die Rückstände eines Cementes in Gewichtsprozenten.

Versuchsausführender	Alte Siebe der Versuchsanstalt in runden Blechrahmen	Neue Siebe der Versuchsanstalt in quadratischen Holzrahmen		Von einer Fabrik zum Vergleich eingesandte Siebe in runden Holzrahmen
		Nr. I	Nr. II	
Siebe mit 5000 Maschen für 1 qcm				
N.	14,0	14,0	14,4	16,0
K.	12,4	16,0	16,0	18,0
H.	12,4	16,0	16,4	15,8
Mittel	**12,9**	**15,3**	**15,6**	**16,6**
Siebe mit 900 Maschen für 1 qcm				
N.	1,8	1,2	1,2	2,6
K.	1,4	1,4	1,4	2,4
H.	1,4	2,0	1,6	1,8
Mittel	**1,5**	**1,5**	**1,4**	**2,3**

Die wiederum festgestellte Ungleichmäßigkeit der mittleren Siebergebnisse ließ auf Verschiedenheit der Siebe schließen, die denn auch durch Messungen festgestellt wurde. Die Ergebnisse dieser Messungen finden sich in Tab. 3.

Tabelle 3. **Zusammenstellung der Durchschnitts-Ergebnisse der Messungen an verschiedenen Siebgeweben.**

Die in den beiden ersten Reihen der Tabelle angegebenen Zahlen bedeuten mm.

Messungen im Mittel aus einer größeren Reihe	Alte Siebe der Versuchsanstalt in runden Blechrahmen	Neue Siebe der Versuchsanstalt in quadratischen Holzrahmen		Von einer Fabrik zum Vergleich eingesandte Siebe in runden Holzrahmen
		Nr. III	Nr. IV	
Siebe mit 5000 Maschen für 1 qcm				
Maschenweite mm . . .	0,100	0,093	0,086	0,086
Drahtstärke mm . . .	0,062	0,061	0,064	0,059
Maschenzahl für 1 qcm .	4250	4350	4300	5000
Siebe mit 900 Maschen für 1 qcm				
Maschenweite mm . . .	0,243	0,244	0,254	0,220
Drahtstärke mm . . .	0,097	0,086	0,086	0,112
Maschenzahl für 1 qcm .	858	860	865	920

Es geht daraus hervor, daß sowohl das 900-Maschensieb als auch das 5000-Maschensieb der Fabrik im Mittel aus einer Reihe von Messungen etwas kleinere Maschenweite aufweist, als die in der Versuchsanstalt benutzten Siebe, und daß die Siebe der Fabrik, was Maschenzahl auf 1 qcm und Drahtstärke des 900-Maschensiebes anbetrifft, den Anforderungen der Normen näher kamen, als die Siebe der Versuchsanstalt. (Der Versuchsanstalt ist es bisher nicht gelungen, derartig genaue Siebe im Handel aufzufinden.)

Mit den Ergebnissen der Messung stehen die Ergebnisse der Siebversuche im Einklang.

Trotz der Abweichungen in den Sieben sind die Verschiedenheiten in den Siebergebnissen der drei Beobachter nicht allzu bedeutend, da das gleiche Siebverfahren angewendet wurde.

Der Einfluß der Persönlichkeit des Siebenden ist aber dennoch aus der Tab. 2 deutlich erkennbar, obgleich alle drei Personen in der Ausführung von Siebversuchen geübt sind und Anweisung erhalten hatten, ganz in der üblichen Weise zu sieben.

Es steht somit fest, daß bei Anstellung derartiger Versuche auch ein Hauptaugenmerk auf die völlig gleichmäßige Art der Siebung zu legen ist, denn die Unterschiede, welche durch sehr scharfes oder weniger scharfes Sieben entstehen, können namentlich bei den gröberen Sandsieben sehr bedeutende sein. Ein Beispiel mag dies beweisen.

Je 100 g Normalsand der Lieferung vom November 1896 ließ ich von zwei Leuten unabhängig von einander auf dem alten und auf dem neuen 120-Maschensieb der Versuchsanstalt absieben mit der ausdrücklichen Weisung, zuerst den Sand so zu sieben, wie dies geschieht, wenn der Normalsand für den gewöhnlichen Gebrauch von seinen feinsten Theilen befreit werden soll. Das zweite Mal sollte eine andere Sandprobe scharf abgesiebt werden. Dabei ergaben sich folgende Resultate:

Zu Feines im Normalsand in Prozenten.

Versuchsausführender	Altes Sieb		Neues Sieb	
	Scharf gesiebt	Wenig scharf gesiebt	Scharf gesiebt	Wenig scharf gesiebt
K.	8	2	25	5
H.	7	2	19	6

Der Gehülfe K war der ältere, in Siebarbeiten geübtere; ihm gelang es, beim scharfen, mehr als einstündigen Sieben mehr feine Körner durch das Sieb zu bringen als H. Hieraus ist ersichtlich, wie nothwendig es ist, bei Siebversuchen eine Grenze für die Siebarbeit festzusetzen, um jede Willkür auszuschließen. Eine zweckmäßig konstruirte mechanische Siebvorrichtung mit begrenzter Hubzahl würde vielleicht den zu stellenden Anforderungen am besten genügen.

Nebenher sei erwähnt, daß auch die verschiedene Art der Fassung der Gewebe in die Rahmen Veranlassung zu Verschiedenheiten geben kann, indem die runden Rahmen leicht zu Verzerrungen des Gewebes Veranlassung geben und die Holzrahmen in Folge Eintrocknens am Rande und in den Ecken undicht werden.

Im Vorstehenden wurde ausgeführt, daß die handelsüblichen Gewebe sehr wenig den Anforderungen entsprechen, welche die Normen an die bei der Cementprüfung zu verwendenden Siebe stellen. Man könnte nun annehmen, daß es immerhin möglich sei, aus dem Handel vorschriftsmäßige, etwa außer der Reihe hergestellte Siebe zu beziehen. Das scheint aber thatsächlich nicht leicht möglich zu sein.

Aller Bemühungen der Versuchsanstalt ungeachtet ist es, wie bereits erwähnt, nicht gelungen, solche Siebe aufzutreiben, und auch an anderen Stellen hat man sich mit Geweben begnügen müssen, welche nur annähernd den Vorschriften entsprachen.

Als in Folge wiederholter Reklamationen gegen die Siebergebnisse der Versuchsanstalt diese der Siebfrage erhöhte Aufmerksamkeit zuwandte, wurden u. A. auch die Siebe näher untersucht, die als 120-Maschensiebe bezeichnet waren.

Es ergab im Mittel aus je etwa 10 Messungen:

Gewebe	Zahl der Maschen	Maschenweite mm	Drahtstärke mm
1	129	0,600	0,300
2	121	0,654	0,255
3	121	0,612	0,310
normenmäßig	120	0,589	0,320

Das Sieb Nr. 3 ist gegenwärtig in der Versuchsanstalt als 120-Maschensieb in Gebrauch.

Auf die Unterschiede, welche Abweichungen wie die vorstehenden in den Ergebnissen der Sandsiebung hervorrufen, habe ich bereits früher hingewiesen[1]).

Nachdem sich die Ueberzeugung von der Ungleichheit der aus dem Handel kommenden sogen. Normalsiebe Bahn gebrochen hatte, war es von besonderem Interesse, festzustellen, in wie weit die in der Stettiner Portlandcement-Fabrik zur fabrikmäßigen Herstellung des Normalsandes benutzten Gewebe den Anforderungen der Normen entsprechen.

Am 20. Juni 1896 sandte die Direktion der Fabrik auf Ansuchen zwei Proben der Gewebe ein, die seit 1891 für die Fabrikation von Normalsand in Gebrauch waren. Diese Gewebeproben bestanden aus zwei Stücken von je etwa 10 cm im Quadrat. Die Proben waren stellenweise verrostet und zeigten Verschiebungen einzelner Fäden im Gewebe. Schuß

[1]) „Mittheilungen" 1896, Heft 3: Die Geräthe und Verfahren für die Prüfung von Portlandcement. S. 183.

und Kette war nicht zu unterscheiden. Um der Vorschrift der Normen zu genügen, hätten die Siebe (wie schon weiter vorn erwähnt) haben müssen:

	60-Maschensieb	120-Maschensieb
Maschenweite . . .	0,87	0,589
Drahtstärke	0,38	0,32
bei Fäden auf 1 cm .	8	11

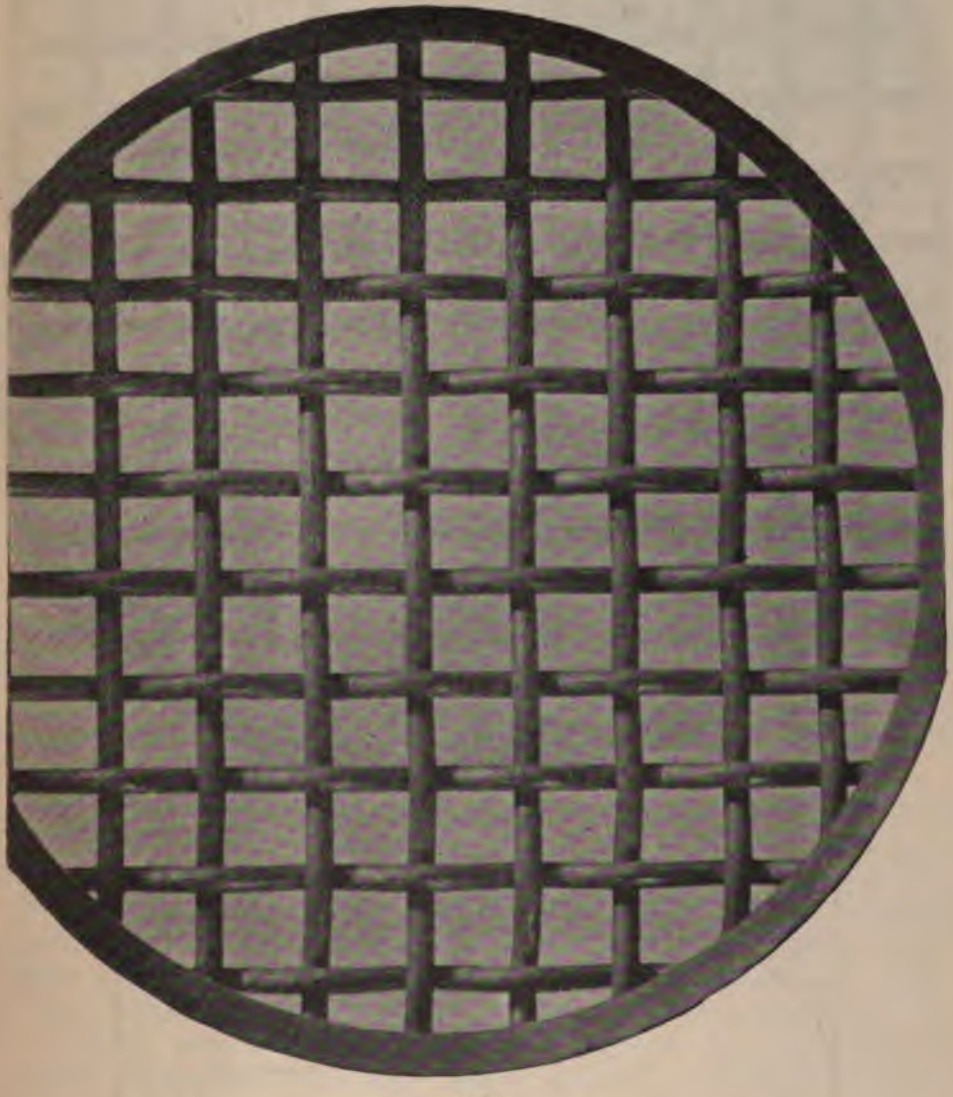


Fig. 1.

Um thunlichst genaue Messungen ausführen zu können, wurden die beiden Gewebeproben in 10facher linearer Vergrößerung photographirt. (Vergl. die Abbildungen Fig. 1 u. 2.)

Die Messungen wurden in der Mitte der Maschen je in einer Mittellinie der Photographien vorgenommen und ergaben die in nachstehender Tabelle 4 verzeichneten Maße.

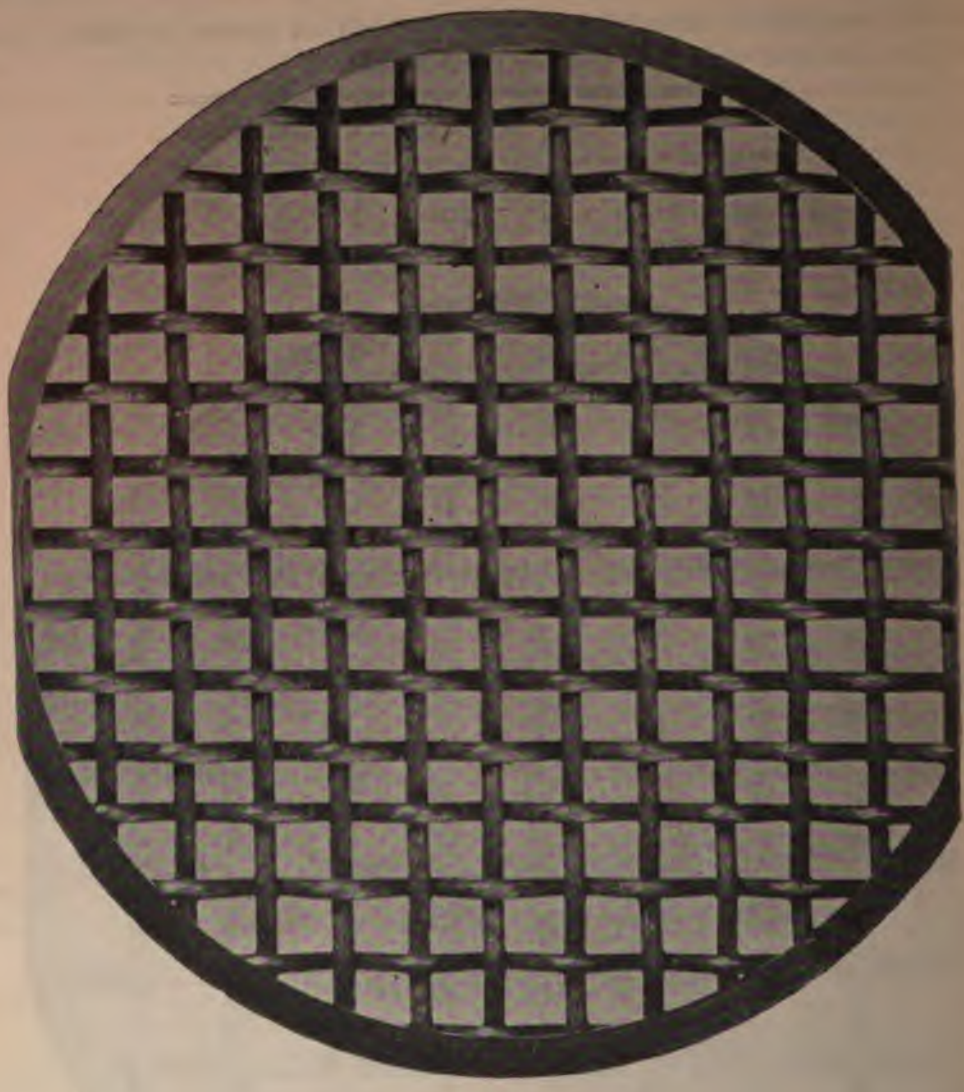


Fig. 2.

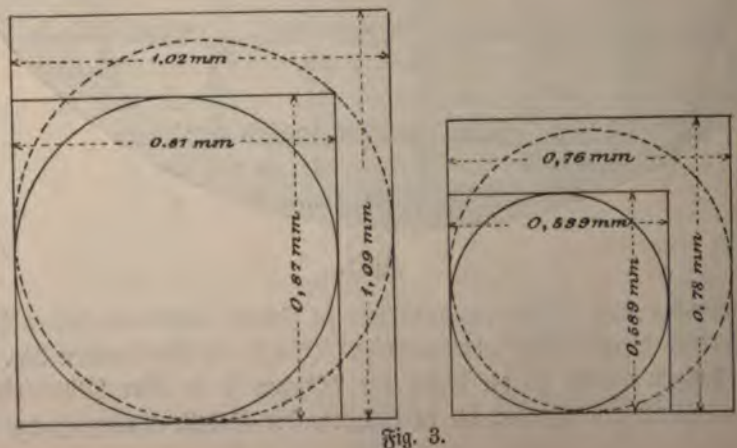


Fig. 3.

Tabelle 4. Messungsergebnisse der Stettiner Normalsand-Siebe,

10fach vergrößert.

Maschen Nr.	60-Maschensieb (Fig. 1)						120-Maschensieb (Fig. 2)					
	Von links nach rechts			Von oben nach unten			Von links nach rechts			Von oben nach unten		
	Maschenweite mm	Abweich. v. d. Normen mm	Drahtstärke mm	Maschenweite mm	Abweich. v. d. Normen mm	Drahtstärke mm	Maschenweite mm	Abweich. v. d. Normen mm	Drahtstärke mm	Maschenweite mm	Abweich. v. d. Normen mm	Drahtstärke mm
1	10,2	+ 1,5	3,1	9,1	+0,4	3,5	7,1	+1,21	2,4	7,8	+1,91	2,5
2	9,8	+ 1,1	3,1	10,9	+2,2	3,6	6,2	+0,31	2,7	7,4	+1,51	2,8
3	9,0	+ 0,3	3,5	9,8	+1,1	3,6	7,0	+1,11	2,5	7,2	+1,31	2,8
4	9,8	+ 1,1	3,6	10,4	+1,7	3,6	6,2	+0,31	2,9	7,2	+1,31	2,9
5	9,6	+ 0,9	3,7	10,2	+1,5	3,7	6,2	+0,31	2,9	7,3	+1,41	2,9
6	10,2	+ 1,5	3,5	10,4	+1,7	3,5	6,8	+0,91	2,9	7,6	+1,71	2,9
7	8,9	+ 0,2	3,4	9,8	+1,1	3,4	6,4	+0,51	3,0	7,2	+1,31	2,9
8	9,6	+ 0,9	3,4				6,4	+0,51	2,9	7,4	+1,51	2,9
9	10,2	+ 1,5	3,2				6,8	+0,91	2,9	7,2	+1,31	3,0
10							6,6	+0,71	2,8	7,4	+1,51	2,8
11							5,3	−0,59	2,6	7,5	+1,61	2,9
12							7,6	+1,71	2,5			
13							7,4	+1,51	2,4			
Mittel	**9,7**	1,0	**3,39**	**10,086**	1,386	**3,557**	**6,615**	0,725	**2,723**	**7,382**	1,492	**2,845**

Bei dem 60-Maschensieb sind also die Drähte im Mittel um 0,04 bis 0,02 mm zu dünn und einzelne Maschen sind um 0,15 bis 0,22 mm zu weit.

Bei dem 120-Maschensieb sind die Drähte im Mittel um 0,05 bis 0,04 mm zu dünn und einzelne Maschen sind um 0,17 bis 0,19 mm zu weit.

Die beiden Skizzen (Fig. 3) veranschaulichen in 50facher Vergrößerung den Unterschied, den dies in der Korngröße des Sandes bewirkt. Es sind in diesen Skizzen die größten Abweichungen der normalen Maschenweite gegenübergestellt. Der volle Kreis deutet das normale, kugelrund gedachte Korn, der punktirte das zu große Korn an, welches auf dem normalen Siebe liegen bleiben sollte, das falsche Sieb aber thatsächlich passirt.

Die Folge davon ist, daß, wenn man sich die Siebung lange genug fortgesetzt denkt, mehr grobes Korn in den Sand hineinkommt als hineingehört und daß mehr feines Korn das 120-Maschensieb passirt, als zulässig ist.

Der Sand würde also eine ganz andere wesentlich gröbere Zusammensetzung erhalten, als er normal haben dürfte, wenn nicht anzunehmen wäre, daß die Siebung nicht lange genug fortgesetzt wird, um alle passenden Körner durch die zu weiten Maschen hindurch zu bringen, und wenn nicht das Gewebe auf einem Wippsiebe angewendet würde, wodurch gerade die gegentheilige Folge eintritt, nämlich das Korn zu fein wird. Die Körner, welche bei horizontaler Lagerung des Gewebes durch die Maschen hindurchfallen könnten, gleiten in Folge ihres Beharrungsvermögens darüber hinweg, wenn das Gewebe geneigt wird und die Körner ins Rollen gekommen sind. Das Sieb verliert hierdurch einen großen Theil seiner Siebfähigkeit, wie aus der Cementindustrie allgemein bekannt ist, wo Schrägsiebe mit sehr viel weiteren Oeffnungen für die Absiebung der feinsten Mehle benutzt werden. Der Grad der Einbuße an Siebfähigkeit ist abhängig von dem Neigungswinkel des Siebes und davon, ob dieses nur sanft hin und her geneigt wird oder kurze Stöße erhält, in deren Folge die Sandkörner zurückprallen. Hiernach wird die Zusammensetzung des Sandes eine schwankende, von der Länge und Art der Siebung mit dem Wippsiebe sehr abhängige sein.

So erklärt es sich, daß in dem vom Chemischen Laboratorium bezogenen Normalsande stets ein erheblicher Prozentsatz zu feines Korn gefunden wurde. (In Zukunft werden die preußischen Normalsande voraussichtlich gleichmäßiger ausfallen, da Vorkehrungen getroffen werden, die Fabrikation in anderer Weise zu bewirken.)

Um noch eine Kontrole zu gewinnen, habe ich die beiden von der Stettiner Portland-Cement-Fabrik übersandten Gewebstückchen in Rahmen spannen lassen und habe auf diesen mit einer Durchschnittsprobe Rohsand aus der Hennebergschen Grube in Freienwalde, die sorgfältig gewaschen und getrocknet war, Siebversuche angestellt. Sie ergaben die in Tabelle 5 zusammengestellten Ergebnisse.

Um diese Ergebnisse auf ihre Richtigkeit hin prüfen zu können, mußten vergleichsweise Siebversuche mit Sieben von der vorgeschriebenen Maschenweite ausgeführt werden. Da solche aus dem Handel nicht zu beziehen waren, entschloß ich mich in Berücksichtigung der Thatsache, daß die Körner des preußischen Normalsandes nur verhältnißmäßig wenig von der Kugelform abweichen, probeweise geschlitzte Siebe anzuwenden, indem ich hoffte, daß die Schlitze sich weniger leicht zusetzen und ein schnelleres Arbeiten ermöglichen würden, als einfach cylindrisch gelochte Bleche, mit denen früher bereits vergeblich Versuche angestellt worden waren.

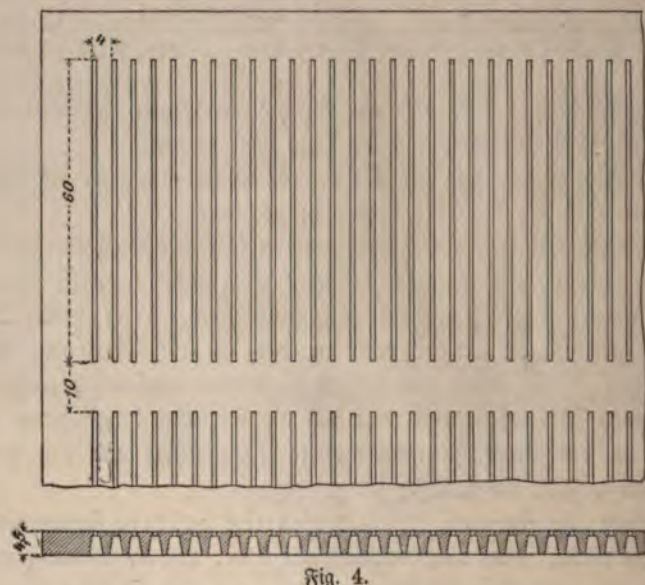


Fig. 4.

Die geschlitzten Siebplatten wurden in ähnlicher Weise wie die Knotenfänger der Papierfabrikation aus 4,5 mm dicker Bronze, 300 . 300 mm groß mit 4 mm Theilung in der Maschinenfabrik von Reinicke & Jasper in Cöthen i. A. ausgeführt. (Vergl. Fig. 4.) Die Schlitzweite beträgt genau den Normen entsprechend 0,87 mm bezw. 0,589 mm. Die Schlitze sind unten weiter als oben, um den Körnern das Durchfallen zu erleichtern und Verstopfungen nach Möglichkeit zu verhüten.

Die Ergebnisse der Siebversuche mit den geschlitzten Siebplatten sind gleichfalls in Tab. 5 mit aufgenommen worden.

Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen beider Siebe sind nicht groß. Die nahe Uebereinstimmung und der Umstand, daß die geschlitzten Platten sogar noch eine größere Ausbeute an Normalsand lieferten als die Stettiner Gewebe ist wohl darauf zurückzuführen,

Tabelle 5. Siebversuche mit Freienwalder Rohsand.

Versuch Nr.	1 kg gewaschener Freienwalder Rohsand ergab Normalsand					
	auf den Stettiner Sieben			auf den geschlitzten Sieben		
	Normalsand	Geschieden durch das 81-Maschensieb		Normalsand	Geschieden durch das 81-Maschensieb	
		grob	fein		grob	fein
	%	%	%	%	%	%
1	21,9	54,9	44,9	24,7	46,1	53,7
2	22,5	52,3	47,3	25,1	44,3	55,6
Mittel	**22,2**	**53,6**	**46,1**	**24,9**	**45,2**	**54,7**

daß durch die Schlitze auch ein Theil länglicher Körner mit hindurchfällt, der auf der quadratischen Masche liegen bleiben würde. Naturgemäß ist das Siebgröbe in dem Produkt der Stettiner zu weiten Gewebe in größeren Mengen vorhanden, als in dem Normalsand der geschlitzten Platten mit richtiger Schlitzweite.

Die Unterschiede in der Zusammensetzung zeigen eine auffallende, wohl nur zufällige Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der Vergleichsversuche zwischen den Rohsanden der Gruben Schiffmühle und Hammerthal. (Vergl. Heft 2, Jahrg. 1896 der Mittheilungen, S. 109, Tab. 2.)

Um den Vergleich zu vervollständigen, habe ich aus dem Normalsand der Versuchsanstalt (Lieferung vom Juli 1896) je eine Durchschnittsprobe auf dem Stettiner 120-Maschensieb und der Siebplatte mit 0,589 mm Schlitzweite abgesiebt und dabei nach scharfer Siebung gefunden:

Zu feines Korn im Normalsande

auf dem Stettiner Sieb 38,9 %
„ „ geschlitzten „ 34,4 %.

Damit war der Beweis erbracht, daß das Siebgewebe mit zu großer Maschenweite nahezu dieselben Fehler im Normalsande liefert wie geschlitzte Platten mit der Schlitzweite gleich der vorgeschriebenen Maschenweite.

Für die Nachprüfung des Normalsandes hat sich also das geschlitzte Siebblech nicht für tauglich erwiesen.

Unter Berücksichtigung der gemachten Erfahrungen wird es nunmehr für zweckmäßig erachtet, nicht mehr die Weite der Maschen und die Drahtstärke, sowie die Zahl der Maschen auf 1 qcm der Sandsiebe vorzuschreiben, sondern diejenigen quadratischen Oeffnungen festzulegen, welche der Normalsand passiren und auf welchen er liegen bleiben soll, d. h. mit anderen Worten, die Grenzen in den Korngrößen des Sandes zu bestimmen und es nun dem Gewebe- und dem Sandfabrikanten zu überlassen, ihre Fabrikationsweisen diesen Korngrößen anzupassen.

Für die Kontrole müssen dann gelochte Bleche eigener Konstruktion verwendet werden.

Dahingehende Vorschläge sind der Sandkommission des Vereins deutscher Portland-Cement-Fabrikanten unterbreitet worden, und es steht zu hoffen, daß sie der nahe bevorstehenden Regelung der Normalsandfrage als Richtschnur dienen werden.

Hierüber ist später gesondert zu berichten.

5. Verschiedene Mahlungszustände von Papierfasern.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung, W. Herzberg.

Die erste Reihe mikrophotographischer Aufnahmen von Papierfasern, welche in der Versuchsanstalt gemacht wurde, ist im Ergänzungsheft IV der „Mittheilungen" 1887 gelegentlich eines Berichts über die mikroskopische Untersuchung des Papiers veröffentlicht worden. Hierbei wurden auf der der Arbeit beigegebenen Tafel I 19 Aufnahmen wiedergegeben, welche die in der Papierfabrikation hauptsächlich zur Verwendung gelangenden Rohstoffe in dem Zustande, in welchem sie sich im Papier befinden, vorführten. Seit dieser Zeit ist unausgesetzt sowohl an der Verbesserung der mikroskopischen Untersuchungsmethoden als auch an der Verbesserung der Einrichtungen für mikrophotographische Aufnahmen gearbeitet worden, so daß es jetzt möglich ist, erheblich vollkommenere Bilder zu liefern als früher.

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die Fortschritte in der Mikrophotographie der Faserstoffe nicht nur für die Papierprüfung, sondern auch für die Papierindustrie von großem Nutzen sein können.

Herr Kirchner hat bereits im Jahre 1893 in Nr. 83 der „Papierzeitung" darauf hingewiesen, welche Bedeutung die Mikrophotographie für die Papierindustrie hat. Nach Beschreibung des von ihm geübten Verfahrens für die Aufnahme von Bildern äußert er sich über den Werth derartiger Aufnahmen wie folgt:

> „Es ist nach meiner Meinung von höchstem Nutzen für den Fabrikanten, wenn er sich Mikrophotographieen der Stoffe besonders gelungener und schwer herstellbarer Papiere beschafft, um an der Hand derselben mit Hilfe des Mikroskopes Kontrolen bei Wiederanfertigung gleicher Papiere anstellen zu können [1]).
>
> Von größter Wichtigkeit bleibt die Mikrophotographie für gegenseitigen Erfahrungsaustausch; man wird in den Stand gesetzt, die besten Arbeitsmethoden durch Wort und Bild zu begründen und zu erklären.
>
> Die Mikrophotographie wird uns hierdurch in der Erkenntniß der technologischen Vorgänge bei unseren Fabrikationsvorgängen wesentlich fördern.
>
> Schon heute möchte ich die Behauptung aufstellen, daß eine so starke überzeugende Gehilfin uns auch in den Stand setzen wird, den Werth oder Unwerth eines Ganzzeugholländers und dessen Handhabung zu beurtheilen. Die brennende Frage „Welcher Ganzzeugholländer ist für diesen oder jenen Zweck der Beste" ist dann mit einem Schlage gelöst.
>
> Vergegenwärtigen wir uns schließlich, daß wir gute photomechanische Verfahren besitzen, die es ermöglichen, mittels der aufgenommenen Platte (dem Negativ) eine Druckplatte mit allen naturtreuen Einzelheiten des mikroskopischen Bildes wieder durch Photographiren und entsprechende Behandlung für den Lichtdruck geeignet herzustellen, so ist die hohe Bedeutung der Mikrophotographie für unser Fach genügend erklärt."

In der Versuchsanstalt sind nun kürzlich durch den ersten Assistenten der Abtheilung für Papierprüfung, Herrn Dalén, zahlreiche Aufnahmen gemacht worden,

[1]) Es sei darauf aufmerksam gemacht, daß die Versuchsanstalt auf Antrag solche Mikrophotographieen herstellt und daß sie auch von ihren eigenen Aufnahmen Abzüge gegen Erstattung der Kosten abgiebt. (Vergl. Ansatz 116—118 der Gebührenordnung.)

welche sich mit den verschiedenen Mahlungszuständen einer Reihe von Papiersorten beschäftigen.

Es ist bekannt, daß eine Reihe von Fasern, unter den Lumpenfasern besonders die Leinenfasern, je länger sie im Holländer mit stumpfen Messern und bei hoher Stoffdichte gemahlen werden, mehr und mehr in feinste Fibrillen zerfallen, so daß es unter Umständen nicht mehr möglich ist, mit Sicherheit festzustellen, welchen Rohstoffen die feinsten Theilchen entstammen; diese weitgehende Mahlung wird vorzugsweise bei festen Schreibpapieren, bei Cigarrettenpapieren u. s. w. ausgeübt. Man bezeichnet den so erhaltenen Stoff als „schmierig". Bei anderen Arten von Papier, z. B. bei Löschpapieren, will man einen schmierigen Stoff so viel wie möglich vermeiden, und man mahlt daher so, daß die Fasern möglichst nur verkürzt, nicht aber ausgefasert werden, d. h. mit scharfen Messern und bei dünn eingetragenem Stoff; den so erhaltenen Stoff bezeichnet man als „rösch".

Diese verschiedenen Mahlarten geben naturgemäß den Fasern ein ganz verschiedenartiges Aussehen. Einige Beispiele hierfür sind in der beigefügten Tafel wiedergegeben. Die Aufnahmen wurden mit Fasern von verschiedenartigen Papieren gemacht mit dem mikrophotographischen Apparat von Martens, dessen eingehende Beschreibung (nach der älteren Aufstellung) in den „Mittheilungen" 1891, Seite 278, erfolgt ist. Es wurden aufgenommen:

1 Cigarrettenpapier,
1 holländisches Banknotenpapier,
2 Photographiepapiere,
3 Normalpapiere der Verwendungsklasse 1,
1 Dokumentenpapier aus ungebleichten Lumpen,
1 Löschpapier,
1 Packpapier.

Die Aufnahmen erfolgten bei einer 25fachen Vergrößerung.

Wenn man den Zustand der Fasern von dem Papier Nr. 1 bis zu dem von Nr. 10 verfolgt, so wird man die großen Unterschiede, welche sich darbieten, nicht verkennen können. Bei dem Papier Nr. 1 sind die Fasern derartig vermahlen, daß man kaum noch einzelne Stücke gut erhaltener Faserbruchstücke auffinden kann. Von Papier Nr. 2 gilt fast dasselbe, jedoch finden sich hier schon mehrere noch bis zu einem gewissen Grade unversehrte Fasern. Verfolgt man die Papiere in numerischer Reihenfolge weiter, so wird man im Großen und Ganzen eine Abnahme feinster Fibrillen und eine Zunahme besser erhaltener Fasern beobachten können, bis zu dem Papier Nr. 9 und Nr. 10, welche nur noch in äußerst geringem Grade Zerstörungserscheinungen der Fasern zeigen. Den Zustand der Fasern in jedem einzelnen Fall zu beschreiben, ist außerordentlich schwer; das Bild wirkt in diesem Falle besser und äußerst aufklärend. Wenn daher von dem Papier-Mikroskopiker verlangt wird, er soll den Mahlungszustand der im Papier enthaltenen Fasern angeben, so dürfte dies Urtheil ganz erheblich an Werth gewinnen, wenn der Erklärung eine mikrophotographische Aufnahme der Faser beigegeben würde.

Vielleicht könnte man auch andererseits durch zahlreiche Aufnahmen Gruppen von Vermahlungszuständen schaffen, gewissermaßen Normalzustände, welche in geeigneter Weise den Interessenten zugänglich zu machen wären. Man könnte dann bei Untersuchung von Papier hinsichtlich des Faserzustandes auf diese Normalien hinweisen und brauchte so nicht jedes Mal dem Untersuchungsbefund eine photographische Abbildung beizufügen. Aus den hier vorliegenden Beispielen könnte man vielleicht folgende Zusammenstellung schaffen.

Gruppe I. Nr. 1—3;
„ II. „ 4, 5 und 6;
„ III. „ 7 und 8;
„ IV. „ 9 und 10.

Kommt nun ein Papier auf den Zustand der Faser zur Untersuchung, so könnte man einfach auf Grund des mikroskopischen Bildes, unter Hinweis auf die geschaffenen Normalgruppen, erklären, daß das Papier sich im Vermahlungszustand beispielsweise der Gruppe II nähert. Es würden dann solche Angaben für den Fabrikanten in vielen Fällen von außerordentlichem Werthe sein. Hierbei ist zu bemerken, daß die obige Gruppeneintheilung nicht etwa als eine endgültige aufzufassen ist; hierzu gehören zahlreiche Aufnahmen in systematischer Weise hergestellter Papiere. Die vorliegende Arbeit soll nur ein Hinweis sein, in welcher Weise sich die mikrophotographischen Aufnahmen für die Papierfabrikation verwerthen lassen. Die Versuchsanstalt hofft, daß die Papierindustrie diese Bestrebungen bei deren Weiterverfolgung und bei der Aufstellung von Gruppen für die verschiedenen Mahlungsgrade durch Ertheilung von Rath und Hergabe von Material unterstützen wird.

Die Versuchsanstalt richtet daher an die Industrie die Bitte, ihr Papiere der verschiedensten Stoffzusammensetzung in verschiedenem Mahlungsgrade mit eingehender Angabe über die Herstellung derselben einzusenden. An der Hand solchen Materials kann es nicht schwer fallen, eine Gruppentheilung, wie sie oben angeregt wurde, durchzuführen und durch Lichtbilder zu veranschaulichen.

Von einer Reihe der abgebildeten 10 Papiere sind hier Festigkeitsversuche ausgeführt worden und es wird interessant sein, die hierbei ermittelten Werthe kennen zu lernen, da Angaben von Festigkeitswerthen von Papieren unter gleichzeitiger Abbildung des Faserzustandes bisher wohl nicht vorliegen.

Papier Nr.	Art des Papiers	Stoffzusammensetzung	Mittlere Reißlänge m	Mittlere Dehnung %	Widerstand gegen Zerknittern
2	Holländisches Banknotenpapier	Wegen starker Vermahlung nicht mit Sicherheit zu ermitteln; wahrscheinlich Leinen	7275	11,1	außerordentlich groß
3	Normal 1 [1])	Leinen, Zusatz Baumwolle; ein Theil der Fasern stark zermahlen	6215	4,7	sehr groß
4	Dokumentenpapier aus ungebleichten Lumpen	Leinen, geringe Mengen Baumwolle	8425	5,6	außerordentlich groß
5	Normal 1 [1])	Leinen, Baumwolle	6050	4,2	sehr groß
6	Normal 1 [1])	Baumwolle, geringe Mengen Leinen	6825	7,2	außerordentlich groß
7	Photographiepapier	Leinen, sehr geringe Mengen Baumwolle	2600	3,8	gering
8	Photographiepapier	Leinen, sehr geringe Mengen Baumwolle	4350	4,5	gering
10	Packpapier	Manilahanf	6750	4,5	außerordentlich groß

[1]) Die drei Normalpapiere 1 rühren aus drei verschiedenen Fabriken her.

6. Ueber die Veränderung der Leimung im Papier unter dem Einfluß von Sonnenlicht.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung, W. Herzberg.

In Heft 3 der „Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten", hrgang 1889, wurde eine Reihe von Beobachtungen, welche in der Versuchsanstalt bei Be- tung einer Anzahl verschieden zusammengesetzter Papiere gemacht worden waren, veröffentlicht. m besseren Verständniß des Nachfolgenden seien die damals gemachten Erfahrungen hier Kürze wiederholt.

Als im Jahre 1884 die Jahreszahl der Ingebrauchnahme eines Prüfungsjournals auf n Etiquette vermerkt wurde, war letzteres durchaus leimfest; die darauf geschriebenen Zeichen d Zahlen waren so scharf, wie man es nur wünschen konnte. Als im Jahre 1887 das nmehr gefüllte Buch durch ein anderes ersetzt und die Schlußjahreszahl 1887 eingetragen rden sollte, floß die Tinte sehr stark aus; das Etiquette war also nicht mehr leimfest.

Zur weiteren Verfolgung der Sache und, um festzustellen, ob im oben erwähnten Falle Zerstörung der Leimung nicht etwa einem besonderen, nicht bekannt gewordenen Umstand uschreiben sei, wurden 5 verschiedene mit Harz geleimte Papiere zwischen Doppelfenstern n Einfluß des direkten Sonnenlichtes ausgesetzt; vor dem Aushängen wurden sämmtliche oben mit Eisengallustinte beschrieben, wobei die Schriftzüge klar und scharf erschienen; nso wurden die Papiere vorher nach der Leonhardischen Methode auf Leimfestigkeit ge- ift, und sie erwiesen sich hierbei sämmtlich als leimfest.

Am 13. Juni 1888 wurden die Versuche begonnen; am 16. August 1888 wurden sämmt- e Papiere zum zweiten und am 26. Oktober 1888 zum dritten Male beschrieben und auf mfestigkeit geprüft; die Papiere zeigten sich nun erheblich verändert; hierbei ist noch zu nerken, daß die Fenster, in denen die Papiere ausgehängt waren, nach Osten gingen und Sonne die Proben also nur während des Vormittags treffen konnte; es ist anzunehmen, ß, wenn die Sonne noch länger und stärker hätte einwirken können, die Veränderungen ch weitgehender gewesen wären. Die am 26. Oktober, also nach 4monatiger Belichtung obachteten Erscheinungen lassen sich kurz wie folgt zusammenfassen:

1. Bei einem aus Leinen und Baumwolle ohne Erdezusatz hergestellten weißen Urkundenpapier zeigten die letzten Schriftzüge Neigung zum Auslaufen; nach Leonhardis Methode war das Papier nicht mehr ganz leimfest.
2. Bei einem aus Leinen, Baumwolle und Holzzellstoff hergestellten weißen Kanzlei- papier ohne Erdezusatz liefen die schwachen Schriftzüge aus, die starken liefen aus und schlugen durch; nach Leonhardis Methode war das Papier nicht mehr leimfest.
3. Bei einem aus Holzschliff und Holzzellstoff hergestellten gelblichen Konzeptpapier mit 13,5 % Asche waren alle Schriftzüge klar und scharf; nach Leonhardis Methode war das Papier leimfest.
4. Bei einem aus Stroh und Holzzellstoff, Baumwolle und Leinen hergestellten weißen Kanzleipapier mit 13,8 % Asche liefen alle Schriftzüge aus und die mittleren und stärkeren schlugen durch; nach Leonhardis Methode war das Papier nicht mehr leimfest.
5. Bei einem aus ungebleichtem Leinen hergestellten Urkundenpapier ohne Erde zeigte sich ein Verhalten wie oben unter 2 angegeben.

Aeußerlich war an den 5 Papieren noch folgendes zu beobachten: Das Papier 5 war unverändert, die Papiere 1, 2 und 4 zeigten Merkmale schwacher Vergilbung, das Papier 3 war stark gebräunt worden.

Vier von den Proben waren also nach einer Belichtung von 4 Monaten für Schreibzwecke völlig unbrauchbar geworden, während die fünfte, aus den geringwerthigsten Materialien hergestellte, sich am besten gehalten hatte. Die größte Veränderung zeigte das vorzugsweise aus Holz- und Strohzellstoff bestehende Papier Nr. 4, bei welchem selbst die schwachen Schriftzüge ausliefen.

Diese Beobachtungen gaben Veranlassung, noch andere Papiere in ähnlicher Weise der Einwirkung des Lichtes auszusetzen und die Veränderung der Leimung zu beobachten. Hierbei wurden nicht nur harzgeleimte, sondern auch doppelt- und rein thierischgeleimte Papiere verwendet. Eine Sorte Papier (Nr. II in der nachfolgenden Tabelle) wurde hierzu besonders geleimt, indem eine gänzlich ungeleimte Papierprobe (Kupferdruckpapier) mit einer Lösung von Colophonium in Aether getränkt und so leimfest gemacht wurde; dieses Papier enthielt also nur freies Harz als leimenden Bestandtheil.

Die Stoffzusammensetzung der Papiere war verschieden; theils waren sie aus reinen Lumpen, theils aus Lumpen, Holzzellstoff und Strohzellstoff, theils nur aus Holzzellstoff und Strohzellstoff hergestellt.

Die Wirkung einer etwa zweijährigen Belichtung war bei allen insofern die gleiche, als die Leimung durchweg zerstört wurde; der Grad der Zerstörung war bei den verschiedenen Sorten verschieden; am stärksten zeigte er sich bei der mit ätherischer Harzlösung geleimten Sorte, bei welcher schon nach einmonatiger Belichtung, noch dazu während des Monats Januar, die Leimfestigkeit soweit aufgehoben war, daß die Schriftzüge ausliefen und durchschlugen.

In nachstehender Tabelle sind die beobachteten Erscheinungen näher beschrieben und in Fig. 1 bildlich wiedergegeben.

Als besonders bemerkenswerth ist zu erwähnen, daß auch die rein thierischgeleimten Papiere ihre Leimfestigkeit infolge der Belichtung verloren haben; in dieser Beziehung stehen die jetzt ermittelten Ergebnisse im Widerspruch mit den früher gefundenen und auch im Widerspruch mit den an anderen Orten gemachten Beobachtungen, welche durchweg ergaben, daß thierischgeleimte Papiere infolge von Belichtung durch Sonnenlicht ihre Leimfestigkeit nicht verloren hatten. Einige kleine Proben holzschliffhaltiger Papiere, welche ferner noch belichtet, in nachstehender Tabelle aber nicht mit aufgenommen wurden, weil ihre Veränderung nicht mit der der Papiere I—VI gleichzeitig beobachtet wurde, haben auch nach etwa zweijährige Belichtung ihre Leimfestigkeit vollständig eingebüßt; die Schriftzüge liefen stark aus und schlugen durch. Auch in dieser Beziehung ergaben also die letzten Versuche andere Ergebnisse als die frühe in der Versuchsanstalt ausgeführten, bei denen sich das holzschliffhaltige Muster auch nach d Belichtung noch als leimfest erwies.

Um zu ermitteln, ob nur das Licht als solches die Entleimung der Papiere hervorgeruf hatte, wurden bei einzelnen Proben Theile des Bogens gegen die Einwirkung des Licht geschützt, nicht aber gegen die der atmosphärischen Einflüsse. Nach Ablauf der Versuc zeigten sich bei den harzgeleimten Papieren die geschützten Stellen vollständig leimfest, währe bei den thierischgeleimten Papieren auch die geschützten Stellen ihre Leimfestigkeit verlor hatten. Dies deutet darauf hin, daß bei den harzgeleimten Papieren das Licht bei d thierischgeleimten indessen auch noch andere Faktoren die Entleimung bewirkt hatten. Spä soll hierauf noch näher eingegangen werden.

Laufende	Art der Leimung	Zusammensetzung und Aschengehalt	1. Dezember 1889	1. Januar 1890	1. Februar 1890	1. März 1890	1. April 1890	1. Dezember 1891	1. Dezember 1891 im Vergleich zur ursprüngl. Probe
I	Harzleimung	Holzcellulose, Strohcellulose Asche = 18,8 %	Schriftzüge klar und scharf; auf der Rückseite schwach durchscheinend		Schriftzüge klar u. scharf; auf d. Rückseite stärker durchscheinend	Schriftzüge klar u. scharf; auf d. Rückseite sind die starken stark durchscheinend	Schriftzüge zeigen Neigung zum Auslaufen; auf d. Rückseite stark durchscheinend	Schriftzüge ausgelaufen; auf der Rückseite stark durchscheinend, die starken theilweise durchgeschlagen	Etwas gebräunt.
II	Harzleimung	Baumwolle, Leinen, Zusatz Strohcellulose und Holzcellulose Asche = 16,8 %	*)	Schriftzüge klar und scharf; auf der Rückseite die starken stark durchscheinend	Schriftzüge ausgelaufen; auf d. Rückseite stark durchscheinend, die stark. Schriftzüge sind durchgeschlagen	Schriftzüge, besonders die starken, stark ausgelaufen; auf der Rückseite größtentheils durchgeschlagen		Sämmtliche Schriftzüge sehr stark ausgelaufen. Auf der Rückseite sind die schwachen und mittleren stark durchscheinend, die starken durchgeschlagen	Stark gebräunt.
III	Harz- und thierische Leimung	Baumwolle, geringe Mengen Leinen Asche = 1,3 %	Schriftzüge klar und scharf; auf der Rückseite nicht durchscheinend					Sämmtliche Schriftzüge stark ausgelaufen; auf der Rückseite nicht durchscheinend	Vergilbt.
IV	Harz- und thierische Leimung	Baumwolle, Leinen, Zusatz Strohcellulose und Holzcellulose Asche = 18,5 %	Schriftzüge klar und scharf; auf der Rückseite nicht durchscheinend				Schriftzüge schwach ausgelaufen; einzelne starke Schriftzüge scheinen auf der Rückseite durch.	Sämmtliche Schriftzüge stark ausgelaufen; auf der Rückseite sind die starken durchgeschlagen, die übrigen scheinen stark durch	Schwach vergilbt.
V	Thierische Leimung	Leinen, Zusatz Baumwolle Asche = 3,5 %	Schriftzüge klar und scharf; auf der Rückseite schwach durchscheinend				Schriftzüge klar u. scharf; nur einzelne zeigen Neigung zum Auslaufen; auf d. Rückseite stärker durchscheinend, besonders die starken.	Schriftzüge sämmtlich stark ausgelaufen; die mittleren u. schwachen auf der Rückseite stark durchscheinend, die starken stark durchgeschlagen	Schwach vergilbt.
VI	Thierische Leimung	Baumwolle, Leinen Asche = 1,5 %	Schriftzüge klar und scharf; auf der Rückseite stark durchscheinend					Schriftzüge sämmtlich stark ausgelaufen; auf der Rückseite die schwachen stark durchscheinend, die mittleren und starken durchgeschlagen	Schwach vergilbt.

*) Probe II wurde der Reihe erst am 1. Januar 1890 eingefügt.

Wärme ist, wie vergleichende Versuche, die mit den Papieren I—VI gleichzeitig angestellt wurden, ergeben haben, auf die Leimfestigkeit ohne Einfluß. Proben der Papiere wurden monatelang täglich 8 Stunden lang auf etwa 98 C° erhitzt und dann von Zeit zu Zeit beschrieben. Die Versuche mußten schließlich abgebrochen werden, weil die Blätter so brüchig

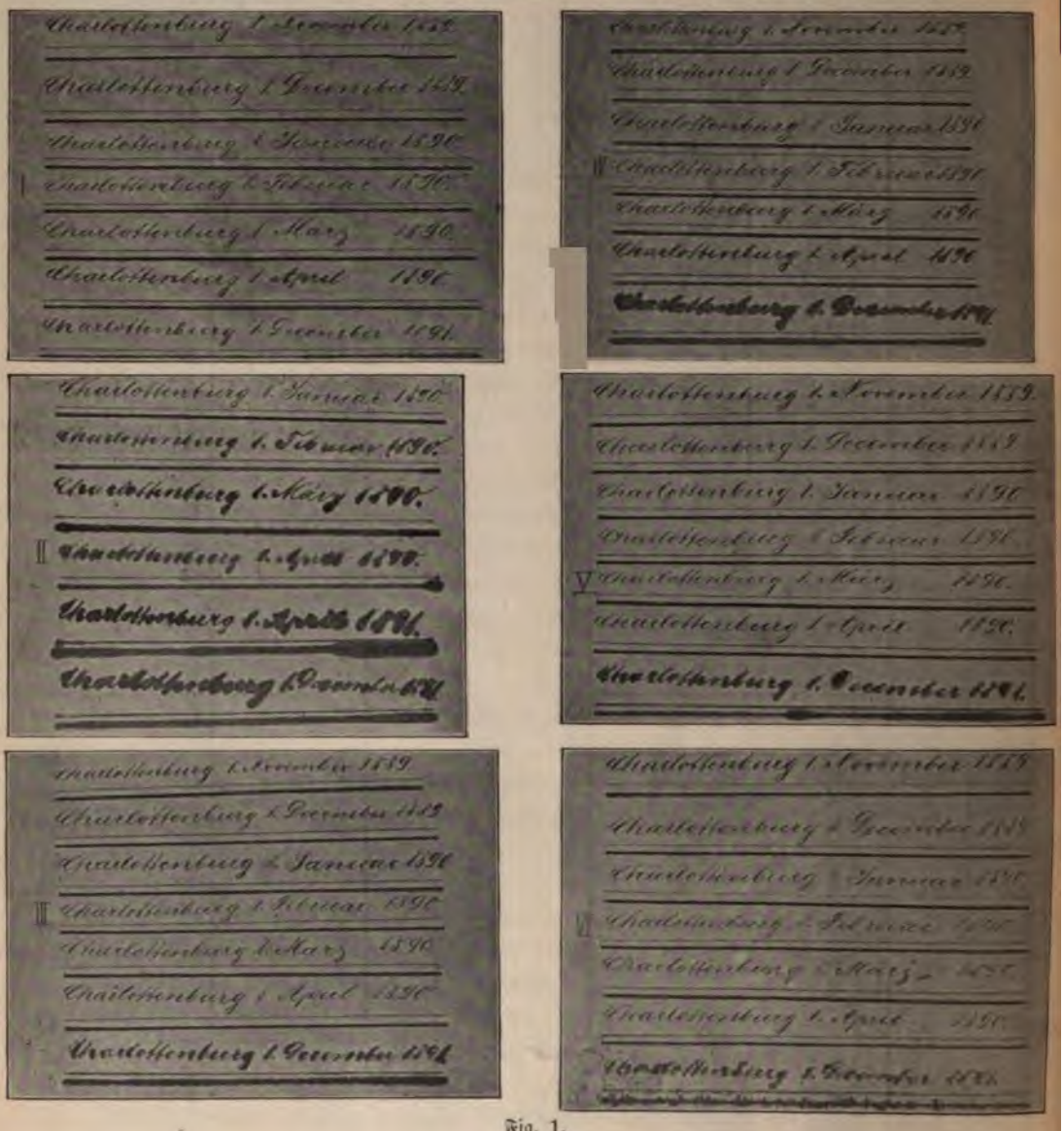


Fig. 1.

wurden, daß sie beim Anfassen zerbröckelten; ihre Leimfestigkeit hatten sie aber bis zuletzt bewahrt.

Ueber den Einfluß des Sonnenlichtes auf die Leimfestigkeit des Papiers sind im letzten Jahre auch an anderer Stelle[1]) Beobachtungen gemacht worden, auf welche hier der Vollständigkeit wegen kurz eingegangen werden soll.

[1]) Vergl. „Papier-Zeitung" 1895, Nr. 94—99.

Wolesky und Haase haben eine große Anzahl von Papieren hinsichtlich ihrer Veränderung unter dem Einfluß des Sonnenlichtes studirt. Sie verwendeten bei ihren Versuchen Papiere verschiedener Stoffzusammensetzung und verschiedener Leimung, theils im unsatinirten, theils im schwach satinirten, theils im stark satinirten Zustande; das Endergebniß ihrer Untersuchungen ist in Nachfolgendem kurz zusammengestellt.

1. Die Stoffzusammensetzung spielt bei der Entleimung von Papier durch Sonnenlicht fast gar keine Rolle.
2. Papiere, die thierischgeleimt sind, zeigen selbst nach Monaten keinen merklichen Rückgang in der Leimung.
3. Papiere, die mit Harz geleimt sind und hohe Satinage aufweisen, zeigen bereits nach einigen Tagen, wenn sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden, einen bedeutenden Rückgang in der Leimfestigkeit; nach 3 bis 4 Wochen sind sie soweit zurückgegangen, daß die Tinte vollständig ausfließt und durchschlägt.
4. Harzgeleimte, aber nicht satinirte Papiere sind etwas widerstandsfähiger als die satinirten; die Widerstandsfähigkeit beträgt jedoch nur einige Tage.
5. Das Schwinden der Leimfestigkeit findet nur auf der von der Sonne beschienenen Seite statt.

Eine zweite Mittheilung über die Wirkung von Sonnenlicht auf die Leimung des Papiers macht Herr Alfred Beckh. Er hatte ein thierischgeleimtes Papier dem Lichte ausgesetzt und nach stattgehabter Einwirkung auf beiden Seiten beschrieben. Die Schriftzüge waren nicht scharf begrenzt und schlugen durch. Dieser Versuch ist indessen nicht ganz überzeugend, da nicht festgestellt wurde, wie das Papier sich vor der Belichtung in Bezug auf die Leimung verhalten hat. Es ist daher der Fall nicht ausgeschlossen, daß bereits das unbelichtete Papier dieselbe Erscheinung gezeigt hätte wie das belichtete.

Auch Liesegang hat sich mit der Frage der Entleimung des Papiers durch Sonnenlicht beschäftigt und ist zu denselben Ergebnissen gekommen, wie sie in der Versuchsanstalt im Jahre 1888 ermittelt wurden. Auch bei ihm wurden harzgeleimte Papiere entleimt, wenn sie keinen Holzschliff enthielten; war letzterer vorhanden, so war in der Leimung keine Veränderung zu beobachten. Thierischgeleimte Papiere hat er nicht in den Kreis seiner Beobachtungen gezogen.

Wirft man einen Blick auf die an den verschiedenen Stellen über diesen Gegenstand gemachten Beobachtungen, so scheinen zunächst einige Widersprüche vorhanden zu sein.

1. Bei den Versuchen von Wolesky und Haase, sowie bei den letzten in der Versuchsanstalt ausgeführten Belichtungen, erwies sich die Stoffzusammensetzung ohne Einfluß auf die Veränderung der Leimfestigkeit, während bei den Versuchen von Liesegang und den in der Versuchsanstalt früher ausgeführten Versuchen die holzschliffhaltigen Muster keine Veränderung in der Leimfestigkeit zeigten, während die übrigen Papiere ihre Leimfestigkeit vollständig einbüßten.
2. Die thierischgeleimten Papiere blieben bei den Versuchen von Wolesky und Haase unverändert, während sie bei den in der Versuchsanstalt ausgeführten Beobachtungen ihre Leimfestigkeit vollständig verloren haben.

Ueber die Ursache der Unterschiede zu 1 dürfte sich zwar mit Sicherheit kaum etwas ermitteln lassen; jedenfalls dürfte aber die Annahme von Wolesky und Haase, daß die Stoffzusammensetzung eines Papiers ohne wesentlichen Einfluß auf die Veränderung der Leimung ist, im Allgemeinen zutreffend sein. Es wurden in dieser Beziehung noch nach Abschluß

der letzten Versuche in der Versuchsanstalt weitere Prüfungen mit verschiedenen Papieren ausgeführt, welche ebenfalls wiederholt zeigten, daß sowohl harzgeleimte als auch thierischgeleimte Papiere, gleichgültig von welcher Stoffzusammensetzung sie waren, ihre Leimfestigkeit immer verloren, wenn sie nur genügend lange der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt wurden.

Ueber die Vorgänge, welche bei der Zerstörung der Leimung infolge der Einwirkung des Lichtes die eigentliche Ursache der Veränderung sind, dürfte man zur Zeit nur Vermuthungen aussprechen können. Es muß besonderen Ermittelungen vorbehalten bleiben, diese Erscheinungen aufzuklären. Zwar wurde von verschiedenen Seiten die Ursache in bestimmter Weise erklärt, indessen fehlt diesen Erklärungen fast ausnahmslos eine einwandfreie Beweisführung.

Wolesky und Haase sind der Ansicht, daß die bei der Entleimung harzgeleimter Papiere gemachten Beobachtungen darauf hinweisen, daß die Leimung des Papiers nicht lediglich durch freies Harz bewirkt wird, sondern daß eine Verbindung des Harzes mit der Faser besteht. Durch die Wirkung der Sonnenstrahlen soll nach ihrer Ansicht die Bindung zwischen dem Harz und der Faser gelöst werden und das Papier seine Fähigkeit, die Tinte zu halten, verlieren. Sie folgern weiter, daß eine Entleimung, wie sie beobachtet wurde, nicht eintreten könnte, wenn das im Papier enthaltene Harz lediglich durch Ausfüllen der Poren wirkte, eine Ansicht, der man sich wohl nicht ohne Weiteres anschließen kann. Wie bereits früher in den „Mittheilungen" dargelegt wurde, erhält Harz bei Belichtung durch Sonnenlicht allmählich zahlreiche Risse und Sprünge, und es ist nicht ausgeschlossen, daß dieser Prozeß im Papier ebenfalls vor sich geht und bei der Entleimung eine Rolle spielt.

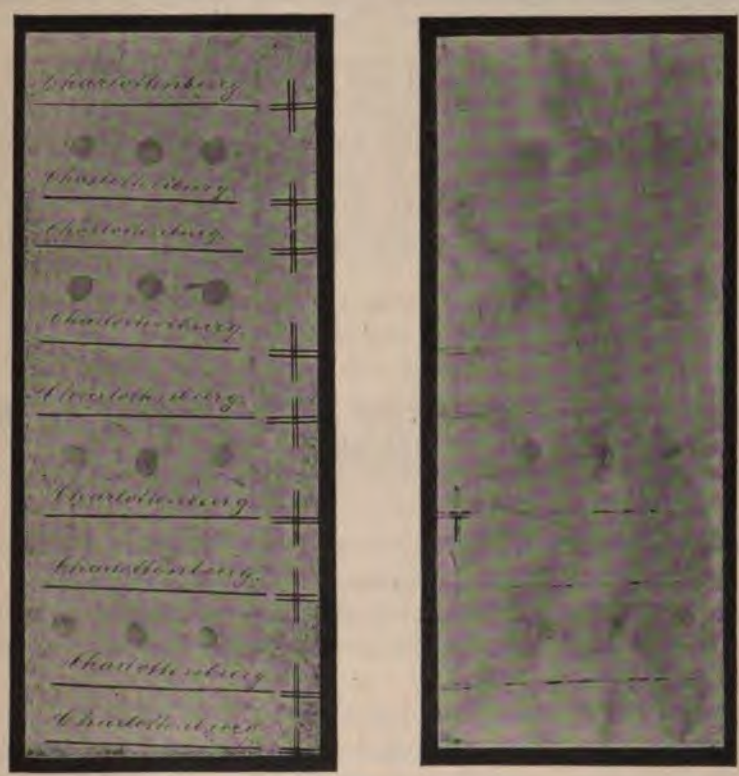
Liesegang ist der Ansicht, daß es sich bei der Entleimung des Papiers infolge der Lichtwirkung lediglich um einen chemischen Prozeß handelt. Er ist zu dieser Ansicht gekommen durch die Veränderung, welche er bei einem belichteten und dann mit einer alkoholischen Lösung von Pyrogallol getränkten Papier beobachtet hat. Die belichtete Fläche des Papiers färbte sich intensiv orangebraun, während die unbelichteten Stellen fast farblos blieben. Bei holzschliffhaltigen Papieren, welche in gleicher Weise behandelt wurden, zeigten die belichteten und unbelichteten Stellen keine Verschiedenheiten. Liesegang vermuthet aus diesem Grunde, daß der dem Papiere zugesetzte Holzschliff gegenüber der Harzleimung vielleicht dieselbe Rolle spielt, wie in der Photographie das schwefligsaure Natron als Zusatz zu dem Pyrogallolentwickler; das schwefligsaure Natron wird schneller oxydirt als das Pyrogallol und verhindert dadurch das schnelle Braunwerden des Entwicklers. Nach diesem Vorgang glaubt Liesegang, daß das Licht bei den holzschliffhaltigen Papieren zunächst auf den Holzschliff und dann erst auf die Leimung wirkt.

Dr. Burkhardt äußert sich zu der Entleimung des Papiers durch Licht wie folgt:

> „Die Verbindung des Harzes mit der Faser ist ganz bestimmt ein physikalischer Vorgang, da der Leim in fein zertheiltem Zustand auf der Faser fixirt wird. Durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen findet eine Zersetzung statt, natürlich auf Kosten der Leimfestigkeit und Dauerhaftigkeit des Papiers. Bei thierischgeleimten Papieren und besonders bei solchen, die mit Mitscherlichschem Gerbleim geleimt sind, ist die Zersetzung durch Sonnenlicht nicht nachzuweisen."

Diese Beobachtungen und Ansichten sind gewiß sehr interessant, aber ein klares Bild über den bei der Belichtung vor sich gehenden Prozeß der Entleimung können sie nach meiner Ansicht nicht geben. Es wäre erwünscht, hierzu systematische Versuche auszuführen, bei welchen man der Reihe nach die verschiedenen hier in Frage kommenden Faktoren auf das Papier einwirken ließe bezw. sie von einer Einwirkung ausschlösse. Derartige Versuche würden vielleicht Klarheit über die Ursache der Veränderung der Papiere bringen.

Eine Wirkung des Lichtes auf das im Papier vorhandene Harz, welche vielleicht bei der tleimung eine Rolle spielt und welche, soweit mir bekannt ist, bisher noch nicht erwähnt wurde, die, daß das Harz infolge der Belichtung allmählich in eine unlösliche Form übergeht. Wenn n unbelichtetes, harzgeleimtes Papier mit Alkohol auszieht und den Alkohol verdunstet, so erhält n einen klebrigen, harzigen Rückstand. Derselbe Versuch, an den zwei Jahre lang belichteten oben I—IV ausgeführt, zeigte, daß man aus dem Papier mit Alkohol kein Harz mehr ziehen konnte. Ferner zeigten die ursprünglichen Proben, wenn man einige Tropfen Aether auf fallen ließ, nach dem Verdunsten des Aethers einen deutlichen Harzrand[1]). Bei den chteten Proben zeigte sich nach dem Betropfen mit Aether ein solcher Rand nicht mehr,



Vorderseite. Fig. 2. Rückseite.

t einmal bei dem mit viel Harz präparirten Kupferdruckpapier, bei welchem die Aether- pfen vor dem Belichten einen dicken klebrigen Wulst von Harz ausgetrieben hatten.

Ueber die Zerstörung der Leimfestigkeit bei den rein thierischgeleimten Papieren, welche, schon erwähnt, auch an den den direkten Sonnenstrahlen nicht zugänglichen Stellen ent- t wurden, bei welchen daher auch noch andere Einwirkungen als die des Lichtes in Frage men müssen, sei noch kurz folgendes bemerkt.

Die nächstliegende Erklärung für die Zerstörung der Leimschicht des Papiers dürfte l die sein, daß infolge des Wechsels der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit feine Risse

[1]) Vergl.: „Ueber eine neue einfache Methode zum Nachweis der Harzleimung im Papier". Vom Verfasser. ittheilungen" 1892, S. 80.

in der Leimhaut entstehen, durch welche die Tinte hindurchdringt. Diese Vermuthung wird bestärkt durch die Art und Weise, in welcher die Tinte ausfließt. (Vergl. Papier VI in Fig. 1.) Die Erscheinungen sind die gleichen, wie man sie beim Beschreiben von thierischgeleimten Papieren, welche zwischen den Handballen zerknittert sind, beobachtet. Bei dieser Behandlung des Papiers zerbricht man die Leimschicht auf beiden Seiten des Papiers. Die aufgebrachte Tinte dringt durch die feinen Risse in das Innere und tritt auf der anderen Seite des Papiers in gleicher Weise wieder aus. Das Aussehen der Tintenstriche in diesem Falle entspricht nun genau dem, welches man beim Beschreiben von belichteten Proben beobachtet. In beiden Fällen gehen vom Strich wolkenähnliche Bildungen aus, welche sich durch das Innere fortsetzen und auf der Rückseite des Blattes mehr oder weniger wieder zu Tage treten.

Im Anschluß an diese Mittheilung sei noch kurz über eine eigenthümliche Erscheinung, welche bei der Prüfung eines Normalpapiers 2a auf Leimfestigkeit beobachtet wurde, berichtet; ein Bogen dieses Papiers war etwa zur Hälfte leimfest, zur Hälfte nicht. Die Erscheinungen, welche sich beim Beschreiben dieses Bogens und bei der Prüfung desselben nach dem Leonhardischen Verfahren zeigten, sind in Fig. 2, S. 315 bildlich dargestellt. Die Abbildung der Rückseite zeigt, daß an verschiedenen Stellen die Tintenstriche und Eisenchloridtropfen durchschlugen, an anderen wiederum nicht.

---

7. Der Wallersche Jodüberträger zur Bestimmung der Hüblschen Jodzahl.

Vom Assistenten R. Pelgry.

Unter den mannigfachen, in neuerer Zeit gemachten Vorschlägen zur Veränderung des Jodüberträgers bei der Hüblschen Jodadditionsmethode erscheint die von Waller[1]) empfohlene Abänderung der Jodlösung (Zusatz von 25 gr Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,19 zu 500 ccm der bisherigen Lösung) am beachtenswerthesten. Die Wallersche Lösung hat gegenüber der alten Hüblschen manche Vorzüge.

Die Hüblsche Mischung bildet eine tiefdunkelbraune Flüssigkeit, in welcher grobe wie geringe suspendirte Theilchen kaum zu erkennen sind. Der Zusatz von Salzsäure zu dieser Mischung bewirkt einen Farbenumschlag in braunroth und macht sie selbst in dicker Schicht klar durchsichtig. Als Hauptvorzug der Wallerschen Lösung ist bekanntlich der Umstand zu betrachten, daß sie viele Monate hindurch ohne nennenswerthe Aenderung des Titers aufbewahrt werden kann, während die Hüblsche Lösung sich von Tag zu Tag ändert und dadurch geringe Unsicherheiten im Arbeiten entstehen, welche sich bei genauen Versuchen nur durch wiederholte Titerstellung zu Beginn und zu Ende der Versuche vermeiden lassen.

Nach Versuchen von Dieterich[2]) ging der Titer der Hüblschen Mischung in 25 Tagen um etwa 9 ccm $\frac{n}{10}$ Natriumthiosulfatlösung zurück, derjenige der Wallerschen in derselben Zeit um nur etwa 1,90 ccm. Es fällt also beim Arbeiten nach Wallers Vorschlag der Nachtheil fort, daß bei 24stündiger Einwirkung oder auch bei genauen Bestimmungen mit

[1]) „Chemiker-Zeitung" 1895, S. 1786, 1831.
[2]) „Helfenberger Annalen" 1895, S. 67.

2 Stunden Versuchsdauer ein Anfangs- und ein Endtiter gestellt werden muß, damit die während des Versuches eingetretene Aenderung der Jodlösung scharf berücksichtigt wird.

Einige hier gefundene Zahlen mögen diese Thatsache bestätigen.

Tabelle 1.

Versuchs-Nr.	Hüblsche Lösung[1])				Wallersche Lösung[2])				
	ccm Jodlösung	Anfangstiter ccm Thiosulfat	Titer 2 Stund. nach Stellung des Anfangstiters	Titer 1 Tag nach Stellung des Anfangstiters	ccm Jodlösung	Anfangstiter ccm Thiosulfat	Titer 1 Tag nach Stellung des Anfangstiters	Titer 2 Tage nach Stellung des Anfangstiters	Titer 4 Tage nach Stellung des Anfangstiters
1	30	54,18	54,03	—	30	57,53	57,51	—	—
2	30	59,25	—	58,80	30	57,70	57,73	57,69	—
3	30	58,72	—	58,50	60	120,63	120,69	—	120,63
4	30	59,74	—	57,60	—	—	—	—	—

Der Titer der Wallerschen Lösung ist also hier selbst nach 4tägigem Stehen unverändert geblieben.

Da die Bestimmung der Jodzahl nur dann richtige Resultate giebt, wenn ein genügend großer Ueberschuß an Jodlösung angewendet wird, so ergiebt sich bei Benutzung einer älteren Hüblschen Lösung der Nachtheil, daß die Menge der zugesetzten Mischung größer sein muß als bei Anwendung einer frisch bereiteten; trotzdem bleibt das Ergebniß unsicher, da ja auch die Konzentration der Lösung, namentlich bei den trocknenden Oelen, nicht ohne Einfluß auf die Menge des aufgenommenen Halogens ist[3]). Es genügt also nicht immer, wie vorgeschlagen wurde, bei starker Abnahme des Titers der Jodlösung entsprechend mehr Lösung anzuwenden; ganz abgesehen davon, daß hiergegen Sparsamkeitsrücksichten geltend gemacht werden können. Zum Theil begegnet man der leichten Veränderlichkeit der Jodlösung dadurch, daß man die alkoholischen Jod- und Sublimatlösungen getrennt aufbewahrt und jedes Mal nur soviel zusammenmischt, als in den nächsten Tagen gebraucht werden könnte. Doch erscheint es bei einem so wichtigen und vielgebrauchten Reagens vortheilhaft, wenn man jederzeit eine größere Menge desselben vorräthig halten kann, und hierzu ist jedenfalls die Wallersche Mischung sehr geeignet. Nach hier gemachten Erfahrungen ist es bei Benutzung dieser Jodlösung nicht nothwendig, stets eine mindestens 24 Stunden alte Mischung zur Hand zu haben, wie dies bei der Hüblschen Lösung wegen der starken Titeränderung in der ersten Zeit nach dem Zusammengießen zu empfehlen ist; vielmehr kann die Wallersche Lösung unmittelbar nach ihrer Herstellung in Gebrauch genommen werden, wie Versuch 2 in Tab. 1 zeigt.

Zahlenangaben über die Frage, inwieweit die mit der abgeänderten Jodlösung erhaltenen Werthe gut mit den bisher nach dem Hüblschen Verfahren ermittelten übereinstimmen, hat Waller nicht mitgetheilt. K. Dieterich[4]) hat jedoch neuerdings durch vergleichende Bestimmung

[1]) Bei den Versuchen 1—3 war die Lösung bei Stellung des Anfangstiters mehrere Tage alt, bei Versuch 4 nur einen Tag.

[2]) Bei Versuch 1 und 3 war die Lösung bei Stellung des Anfangstiters 1 Tag alt; Versuch 2 wurde mit der frisch zusammengegossenen Lösung ausgeführt.

[3]) „Mittheilungen" 1891, S. 93.

[4]) „Helfenberger Annalen" 1895, S. 66.

der Jodzahlen mit der älteren und der neuen Lösung an einer großen Reihe von Oelen Material zur Beurtheilung der Wallerschen Mischung beigebracht.

Auf Grund seiner bisherigen Erfahrungen kann sich Dieterich dem Urtheil Wallers allerdings nicht anschließen; er sagt:

> „Beim Vergleich der Zahlen wird man der Behauptung, daß die mit der salzsäurehaltigen Jodlösung erhaltenen Werthe im Allgemeinen mit denen übereinstimmen, welche man mit der Hüblschen Originallösung bekommt, widersprechen dürfen; denn zumeist liegen die ersteren höher, theilweise auch niedriger, und nur manchmal stimmen sie mit jenen überein."

Besonders auffällig erscheinen in den Versuchen von Dieterich die Differenzen in den Jodzahlen der trocknenden Oele, welche bei Anwendung der Wallerschen Lösung bis um 20 Einheiten niedriger gefunden wurden als bei Benutzung der Hüblschen Mischung.

Auch beim Harzöl ist mit salzsäurehaltiger Jodlösung eine um 21 Einheiten niedriger liegende Jodzahl ermittelt worden — ein Ergebniß, welches mit der Thatsache im Widerspruch steht, daß sonst bei den Oelen und Fetten mit niedrigen Jodzahlen selten Unterschiede von mehr als 2 Einheiten beim Arbeiten nach den beiden Methoden zu beobachten sind. In der folgenden Tab. 2 sind auszugsweise die von Dieterich mitgetheilten Zahlen zusammengestellt.

Tabelle 2.

Lfde. Nr.	Art des Oeles oder Fettes	Jodzahl nach Hübl	Jodzahl nach Waller	Unterschied der Wallerschen Jodzahl gegenüber der Hüblschen
1	Schweinefett . .	49,0 64,4	49,4 62,1	+ 0,4 — 2,3
2	Hammeltalg . .	37,7 38,6	35,4 38,4	— 2,3 — 0,2
3	Mandelöl . . .	93,8 93,9	95,6 95,4	+ 1,8 + 1,5
4	Dorschleberthran .	131,7 133,3	121,7 121,6	— 10,0 — 11,7
5	Leinöl	185,5 187,1	169,9 168,8	— 15,6 — 18,3
6	Wallnußöl . . .	144,9 145,1	132,2 131,4	— 12,7 — 13,7
7	Olivenöl . . .	81,3 81,9	84,0 83,8	+ 2,7 + 1,9
8	Mohnöl	137,1 137,3	131,9 131,7	— 5,2 — 5,6
9	Rüböl	96,2 97,3	97,5 97,4	+ 1,3 + 0,1
10	Ricinusöl . . .	82,4	82,7	+ 0,3
11	Harzöl	60,0 59,6	39,6 38,8	— 20,4 — 20,8

Bei den nachstehend besprochenen Versuchen zur Kontrole der Untersuchungen Dieterichs wurde entsprechend den früheren Vorschlägen von Holde[1]) ein Ueberschuß von etwa 75% Jod für alle untersuchten Oele angewendet, um vollständige Jodabsorption zu erzielen. Wie die neuere Literatur über Jodzahlen von Leinöl zeigt, wird jetzt bei trocknenden Oelen fast allgemein

[1]) „Mittheilungen" 1891, S. 94.

rtig hoher Jodüberschuß zugesetzt. Die Versuche wurden sowohl bei 2stündiger als 24stündiger Dauer der Einwirkung ausgeführt[1]. Die Wallersche Lösung wurde durch Zusammenmischen gleicher Theile der von Hübl angegebenen alkoholischen d Sublimatlösungen und Zusatz von je 10 gr Salzsäure vom spezifischen Gewicht 1,19 Raumtheile der Mischung. Das Alter sowohl dieser als auch der Hüblschen Lösung öchstens 4—5 Tage. Die erhaltenen Ergebnisse sind in Tab. 3 zusammengestellt.

Tabelle 3.

Art des Oeles	Wallersche Lösung				Hüblsche Lösung				Unterschied der mittleren Wallerschen Jodzahl gegenüber der mittleren Hüblschen	
	Einwirkungsdauer 2 Stunden		Einwirkungsdauer 24 Stunden		Einwirkungsdauer 2 Stunden		Einwirkungsdauer 24 Stunden			
	Jodzahl	Jodüberschuß in % der Gesammtmenge Jodlösung	Jodzahl	Jodüberschuß in % der Gesammtmenge Jodlösung	Jodzahl	Jodüberschuß in % der Gesammtmenge Jodlösung	Jodzahl	Jodüberschuß in % der Gesammtmenge Jodlösung	bei 2stündig. Einwirkung	bei 24stünd. Einwirkung
öl . . .	136,5	79	(142,2) 135,2	78 79	133,1	82	132,8	80	+ 3,4	(+ 5,9) + 2,4
. . . .	135,6	83	136,2 134,3	81 78	133,8	84	134,0	81	+ 1,8	+ 1,3
. . . .	(137,9) 135,3	84 78	135,4 135,2	82 75	134,0	83	133,8	81	(+ 2,6) + 1,3	+ 1,5
öl (altes) .	75,5	77	76,8	75	77,0	77	75,6	75	— 1,5	+ 1,2
Rüböl .	(94,2)	73	97,3	68	96,4	67	97,0	70	— 2,2	+ 0,3
l . . .	—	—	173,9	74	—	—	174,6	73	—	— 0,7
. . . .	—	—	171,0	74	—	—	173,7	77		— 2,7
Leinöl . .	—	—	175,2	77	171,3	77	174,8	76	—	+ 0,4
Olivenöl .	—	—	(78,6) 81,3	75 76	—	—	82,0	77	—	(— 2,0) 0,7

ie gefundenen Zahlen stehen, soweit Oele mit hohen Jodzahlen in Frage kommen, Ergebnissen von Dieterich allerdings im Widerspruch und bestätigen die Angaben 3. Die Unterschiede zwischen den mit der alten und der neuen Jodlösung ermittelten sind sehr gering, verlaufen nicht immer in gleichem Sinne und liegen namentlich zeitig bestimmten Zahlen nahezu bezw. ganz innerhalb der sonstigen Fehlergrenzen rigen Methode. In keinem Falle sind bei den Oelen mit hoher Jodzahl so erhebliche de gefunden worden, wie Dieterich sie mittheilt. Für die endgültige Stellungnahme tzung der Wallerschen Lösung behält sich die Versuchsanstalt weitere Versuche vor. klärung der Verschiedenheit zwischen den hier und den im Helfenberger Laboratorium urehaltiger Jodlösung gemachten Erfahrungen erscheint es schon jetzt erwünscht, daß terich thunlichst genaue Angaben über die von ihm befolgte Arbeitsausführung [illegible]

[1] Die letztgenannte Versuchsdauer hat sich zur Erzielung [illegible] Zahlen für [illegible] erwiesen und wird jetzt bei den laufenden Jodzahlbestimmungen [illegible]

Bezug auf Jodüberschuß ꝛc. gemacht und die von ihm bei trocknenden Oelen Zahlen einer nochmaligen Kontrole unter veränderten Versuchsbedingungen unterzog

Bei neueren, nachstehend mitgetheilten Versuchen (Tab. 4) an einem thranartig und einem Harzöl wurden bei Anwendung der Wallerschen Jodlösung aller 2stündiger Einwirkung wesentlich niedrigere Ergebnisse als nach 24stündiger E oder nach 2stündiger Einwirkung der Hüblschen Lösung erhalten. Diese Tha vielleicht zur Erklärung der Abweichungen der Dieterichschen von den hiesigen ergebnissen herangezogen werden.

Tabelle 4.

Art des Oeles	Wallersche Lösung			Hüblsche Lösung			Unterschied der Wall zahl gegenüber der	
	Einwirkungsdauer Stunden			Einwirkungsdauer Stunden			Einwirkungsd Stunden	
	2	24	72	2	24	72	2	24
Thranartiges, fettes Oel	98,5	111,1	—	109,1	112,9	—	— 10,3	— 1,6
	99,0	111,3	—	109,1	112,7	—		
Harzöl	35,1	55,1	71,5	51,2	58,9	73,7	— 15,9	— 4,8
	—	53,9	—	—	59,7	—		

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in B

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

B. 4

F. 4

B. 40

der Jodzahlen mit der älteren und der neuen Lösung an einer großen Reihe von Oelen Material zur Beurtheilung der Wallerschen Mischung beigebracht.

Auf Grund seiner bisherigen Erfahrungen kann sich Dieterich dem Urtheil Wallers allerdings nicht anschließen; er sagt:

> „Beim Vergleich der Zahlen wird man der Behauptung, daß die mit der salzsäurehaltigen Jodlösung erhaltenen Werthe im Allgemeinen mit denen übereinstimmen, welche man mit der Hüblschen Originallösung bekommt, widersprechen dürfen; denn zumeist liegen die ersteren höher, theilweise auch niedriger, und nur manchmal stimmen sie mit jenen überein."

Besonders auffällig erscheinen in den Versuchen von Dieterich die Differenzen in den Jodzahlen der trocknenden Oele, welche bei Anwendung der Wallerschen Lösung bis um 20 Einheiten niedriger gefunden wurden als bei Benutzung der Hüblschen Mischung.

Auch beim Harzöl ist mit salzsäurehaltiger Jodlösung eine um 21 Einheiten niedriger liegende Jodzahl ermittelt worden — ein Ergebniß, welches mit der Thatsache im Widerspruch steht, daß sonst bei den Oelen und Fetten mit niedrigen Jodzahlen selten Unterschiede von mehr als 2 Einheiten beim Arbeiten nach den beiden Methoden zu beobachten sind. In der folgenden Tab. 2 sind auszugsweise die von Dieterich mitgetheilten Zahlen zusammengestellt.

Tabelle 2.

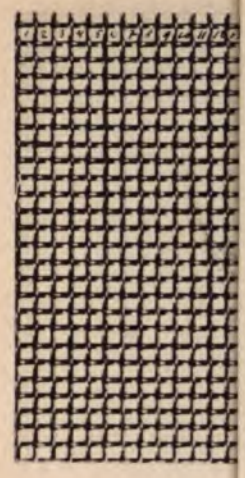
Lfde. Nr.	Art des Oeles oder Fettes	Jodzahl nach Hübl	Jodzahl nach Waller	Unterschied der Wallerschen Jodzahl gegenüber der Hüblschen
1	Schweinefett . .	49,0 64,4	49,4 62,1	+ 0,4 − 2,3
2	Hammeltalg . .	37,7 38,6	35,4 38,4	− 2,3 − 0,2
3	Mandelöl . . .	93,8 93,9	95,6 95,4	+ 1,8 + 1,5
4	Dorschleberthran .	131,7 133,3	121,7 121,6	− 10,0 − 11,7
5	Leinöl	185,5 187,1	169,9 168,8	− 15,6 − 18,3
6	Wallnußöl . . .	144,9 145,1	132,2 131,4	− 12,7 − 13,7
7	Olivenöl . . .	81,3 81,9	84,0 83,8	+ 2,7 + 1,9
8	Mohnöl	137,1 137,3	131,9 131,7	− 5,2 − 5,6
9	Rüböl	96,2 97,3	97,5 97,4	+ 1,3 + 0,1
10	Ricinusöl . . .	82,4	82,7	+ 0,3
11	Harzöl	60,0 59,6	39,6 38,8	− 20,4 − 20,8

Bei den nachstehend besprochenen Versuchen zur Kontrole der Untersuchungen Dieterichs wurde entsprechend den früheren Vorschlägen von Holde[1]) ein Ueberschuß von etwa 75% Jod für alle untersuchten Oele angewendet, um vollständige Jodabsorption zu erzielen. Wie die neuere Literatur über Jodzahlen von Leinöl zeigt, wird jetzt bei trocknenden Oelen fast allgemein

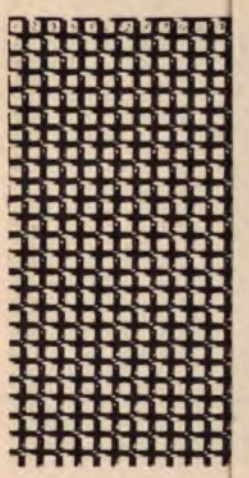
[1]) „Mittheilungen" 1891, S. 94.

Fabrikanten.

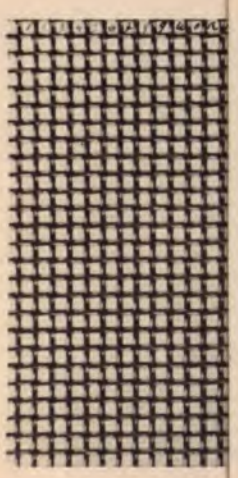
R.



F.



B



THE
PUBLIC
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

E. 4

F. 4

E. 40

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.
Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Ergänzungsheft I. 1896.

Mittheilungen aus dem officiellen Bericht

der

im französischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten gebildeten

Commission des Méthodes d'Essai des Matériaux de Construction.

1. Sitzungsperiode (1894).

Band I. Allgemeine Grundlagen.

Uebersetzt vom Assistenten Paul Zizmann.

Berlin.
Verlag von Julius Springer
1896.

Vorwort.

Der Anlaß für die folgende Veröffentlichung wurde durch den Wunsch gegeben, für die in Deutschland von unsern Verwaltungen, von der Industrie und den wissenschaftlichen Vertretern der Materialienkunde schon seit einer großen Reihe von Jahren begonnenen und in den letzten Jahren immer lebhafteres Interesse erweckenden Bestrebungen zur Vereinheitlichung der Materialprüfungsverfahren auch die umfangreichen Arbeiten nutzbar zu machen, die in unserem Nachbarlande durch die vom Staate eingesetzte und mit dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten verbundene Commission des Méthodes d'Essai des Materiaux de Construction gefördert wurden.

Unsere deutschen Bestrebungen erhielten, wie bekannt, durch die auf Anregung des verstorbenen Professor Bauschinger in München gebildete freie Vereinigung der „Konferenzen zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren für Bau- und Konstruktionsmaterialien", einen engen Zusammenschluß und ein bestimmtes Ziel. Professor Bauschinger berief im Jahre 1884 nach München die erste dieser deutschen Konferenzen. Der ersten folgten bald mehrere andere und es ergab sich, daß unsere deutschen Bestrebungen auch in den Nachbarstaaten immer mehr Aufmerksamkeit erregten und daß wir bald rege Mitarbeiter in diesen Ländern fanden. Schon in Wien trat der internationale Charakter deutlicher hervor und die letzte Konferenz in Zürich wurde unmittelbar als eine internationale Konferenz berufen und versammelte die Interessenten aus 17 Ländern.

Die Grundsätze, die die Bestrebungen dieser Konferenzen und ihre Arbeiten leiteten, können kaum besser dargestellt werden als durch die Worte ihres langjährigen Führers, Professor Bauschinger, der in der Eröffnungsrede der Wiener Konferenz in Wiederholung der bereits auf der ersten Konferenz in München ausgesprochenen Leitsätze sagte:

„Auf diese Grundpfeiler unserer Konferenz möchte ich Sie hier wieder neuerdings verweisen. Sie kennen sie schon. Der eine dieser Grundpfeiler besteht darin, daß unsere Versammlungen zusammengesetzt sind aus Produzenten auf der einen, und Konsumenten auf der anderen Seite und dazwischen aus den Vorstehern von Versuchsanstalten, die weder zu der einen noch zu der anderen dieser Klassen gehören. Diese Zusammensetzung bürgt dafür — und unsere bisherigen Beschlüsse haben dies auch gezeigt —, daß die Urtheile, welche wir abgeben, gänzlich objektiv gehalten sind, daß wir nicht das Interesse der einen oder der anderen Partei vertreten, aber auch nicht verletzen.

„Der andere Grundpfeiler ist der erste Grundsatz, der auf unseren Konferenzen ausgesprochen worden ist, nämlich der, daß unsere Zusammenkünfte frei sind, von privater Natur, keinerlei Zwang ausübend, und daß unsere Beschlußfassungen nach keiner Seite hin zwingend sind, sogar nicht für uns selbst. Denn diese Beschlüsse können, wenn sie nicht mehr als zutreffend anerkannt werden müssen, sofort wieder aufgehoben werden.

Wir sind keine Behörde, die wenigstens auf längere Zeit festhalten muß an ihren Beschlüssen, auch kein Verein oder eine Versammlung, welche die Genehmigung ihrer Beschlüsse von irgend einer Behörde wünscht und dadurch auch nothwendiger Weise an dieselben gebunden bleibt; unsere Beschlüsse sind frei, wir fassen sie immer nur in dem Sinne, daß wir gute Rathschläge ertheilen wollen, wir berathen uns nach bestem Wissen und Gewissen und stellen das zusammen, was wir oder die Mehrheit von uns als richtig anerkennen."

Die Beschlüsse der Konferenzen sind in besonderen Ausgaben in Buchform bei der Firma Theodor Ackermann in München erschienen. Sie haben sich bisher vorwiegend auf die Prüfungsverfahren für die mechanische und physikalische Untersuchung von Bau- und Konstruktionsmaterialien beschränkt, und erst jetzt in Zürich ist der Beschluß gefaßt worden, die Thätigkeit auch auf die chemischen Untersuchungsmethoden auszudehnen, sowie das Arbeitsfeld zu verallgemeinern und demgemäß auch andere in der Technik benutzte Stoffe, wie Leder, Papier, Schmieröl, Anstrichfarben u. s. w. zu behandeln.

Die Beschlüsse der Konferenzen haben sich nicht nur in Deutschland allgemeine Anerkennung verschafft, man begegnet ihnen auch in der ausländischen Literatur recht oft. Besonders sind sie auch, wenn dies äußerlich auch nur wenig hervortritt, von der französischen Kommission benutzt, deren Arbeiten und Schlußergebnisse in diesem Hefte ihrem wesentlichen Inhalte nach unsern deutschen Lesern bekannt gegeben werden sollen.

Der französischen Kommission für das Untersuchungsverfahren von Konstruktionsmaterialien gingen in Frankreich Kongresse voraus, die bei Gelegenheit der Weltausstellung in Paris (1889) das Gebiet des Materialprüfungswesens behandelten und die Anregung für die Berufung der im Arbeitsministerium gebildeten staatlichen Kommission wurden, deren Zweck und leitende Grundsätze in dem Berichte des französischen Ministers der öffentlichen Arbeiten an den Präsidenten der Republik gekennzeichnet sind; sie sind den von Bauschinger ausgesprochenen ähnlich.

Zweck dieser Veröffentlichung ist, den sachlichen Inhalt der Beschlüsse der französischen Kommission den deutschen Technikern zugänglicher zu machen. Die einleitenden Reden, die Angaben über die Zusammensetzung der Kommission u. s. w. sind fortgelassen; sie müssen wie die Erläuterungen im französischen Original nachgelesen werden, das als amtlicher Bericht in 4 starken Bänden herausgegeben ist; diese Bände enthalten neben den vollständigen Verhandlungen besonders auch werthvolle Einzelarbeiten der Kommissionsmitglieder und Uebersichten über die technische Literatur. Man hat nicht nur die Erfahrungen des eigenen Landes benutzt, sondern auch die Literatur anderer Länder eifrig studirt; die Bedingungen, welche von den technischen Behörden für die verschiedensten Materialien aufgestellt wurden, sind zusammengestellt und namentlich die gebräuchlichen Prüfungsvorschriften eingehend besprochen. Der Originalbericht bietet demnach ein sehr reiches Material.

A. Martens.

Inhalt.

Seite.

Vorwort.

Beschlüsse der Abtheilung für Metalle 1

I. Physikalische Prüfung 1

Beobachtung des äußeren und des Bruchaussehens mit bloßem Auge 1

Beobachtung mit Präzisionsapparaten 2

Abklopfprobe 2

Bestimmung physikalischer Konstanten 2

Bestimmung des spezifischen Gewichts 2

a) an Probekörpern 2

b) an fertigen Stücken 2

Messung der Wärmeleitungsfähigkeit 2

Bestimmung des elektrischen Leitungsvermögens 2

Beobachtung der Zustandsänderungen der Metalle unter dem Einfluß von Wärmeänderungen 2

Bestimmung der kritischen Wärmezustände durch die Abkühlungsmethode . . . 2

Aenderung des elektrischen Leitungsvermögens 2

Härtungsversuche 2

II. Chemische Untersuchungen 2

Analysen von Metallen und Legirungen 2

Versuche über das Rosten und das Haften von Schutzmitteln 3

III. Mechanische Untersuchungen 3

1. Bemerkungen, welche allen Prüfungsmethoden gemeinsam sind . . 3

a) Allgemeine Betrachtungen 3

b) Zustand der Proben 3

c) Anordnung und Entnahme der Proben 4

d) Fertigstellen der Probestäbe 5

Untersuchungen über den Einfluß der Wärme auf die Versuchs-Ergebnisse 6

Praktische Versuche bei bestimmten Wärmegraden 6

Laufende Versuche bei gewöhnlichen Wärmegraden 7

Untersuchung des Einflusses der Versuchsdauer auf die Ergebnisse . 7

Allgemeine Bemerkungen über die Versuchsapparate 7

A. Apparate für stetig wachsende Beanspruchung 7

Zugfestigkeitsprobirmaschinen 7

Maschinen zur Prüfung der Druckfestigkeit 8

Maschinen für Biegeversuche 9

Maschinen zur Anstellung von Drehversuchen 9

B. Apparate zur Prüfung der Schlagfestigkeit 9

Gegenstand der Messungen 10

Seite

Mechanische Terminologie 11
Technische Terminologie 11
1) Eingehende Besprechung der verschiedenen Prüfungsmethoden . . . 11
A. Prüfungen bei stetig wachsender Belastung 11
1. Allgemeines über Zugversuche 11
a) Grenzen der elastischen Periode 11
b) Periode der bleibenden Formänderungen 12
c) Werthziffern 12
d) Messung der Belastungen und Formänderungen 12
e) Beschreibung der Bruchflächen 13
f) Abmessungen der Probestäbe 13
2. Durchführung der Versuche 15
Zugversuche 15
Druckversuche 15
Knickversuche 15
Biegungsversuche 16
a) Gegossene Metalle 16
b) Blattfedern 16
c) Mehrfache Blattfedern 16
d) Spiralfedern 16
e) Schienen und Laschen 17
Biegeprobe 17
Hin- und Herbiegeprobe 17
Biegung um einen Dorn 18
Freie Biegung 18
Drehversuche 18
Gemischte Versuche 18
Abscheeren 18
Lochen 19
B. Prüfung mittels Schlagwirkung 19
a) Schlagbiegeversuche 19
b) Untersuchung durch Erzeugung von Eindrücken auf der Oberfläche durch Schläge 21
c) Durchschlagversuche 21
C. Prüfung der Härte und Brüchigkeit 21
a) Vorschläge zur Definition und für Methoden der Messung 21
b) Härteprüfung durch Ritzen und Abnutzungsversuche 22
c) Biegeversuche mit kaltgelochten oder eingekerbten Materialien 22
D. Kaltschmiedeproben 22
Aufweiteproben über einen Dorn 22
Prüfung von gebohrten und gelochten Stücken 22
E. Versuche an verschiedenartigen fertigen Stücken 23
Aufdornversuch 23
Kalttreibversuch 23
Ausbreitungs- und Stauchversuch 23
F. Warmproben mit Stahl und Eisen 24
Einfache Biegeprobe 24
Biegung um einen Dorn 24
Kalottenprobe 24
G. Prüfung der Haken 24
H. Untersuchung durch Aufdornen 24
I. Untersuchung durch Abbiegen der durch einen Schlitz getrennten Theile von einander 25
K. Prüfung durch Ausziehen und Ausstrecken 25
L. Untersuchung der Schweißbarkeit 25

Seite

M. Besondere Versuche mit fertigen Stücken 25
Untersuchung von Metalldrähten 25
Zugversuche 25
Biegeversuche 25
Biegeversuch durch Zusammenrollen 26
Verdrehungsversuche 26
Verschiedenartige Versuche 26
Physikalische und chemische Untersuchung 27
Prüfung von Drahtlehren 27
Prüfung der Drahtseile 27
Zugversuche 27
Prüfung der Biegsamkeit 27
Ketten 28
Versuche bei allmählich steigender Belastung 28
Versuche mit Probebelastungen 28
Belastung bis zum Bruch 28
Schlagzugversuche 28
Versuche mit Nieten 28
Versuche mit Rohren 29
Versuche mit hydraulischem Druck 29
Biegeversuche 29
Aufweiten durch einen Dorn 29
Stauch- und Abplattungsversuche 29
Umkehrversuche 29
Umbördelprobe 29
Versuche mit hydraulischem Druck 29
Prüfung der Dampferzeugungsapparate 29
Prüfung von Rohren, Hohlkörpern u. s. w. 30
Biegeversuche mit ebenen und gewölbten Platten 30

B. Beschlüsse der Abtheilung für nichtmetallische Baumaterialien 31
Allgemeine Bemerkungen 31
Prüfung der Cemente 31
Feinheit der Mahlung 31
Spezifisches Gewicht 32
Prüfung der scheinbaren Dichte (Raumgewicht) 32
Chemische Analyse 33
Untersuchung der Gleichmäßigkeit 33
Herstellung der Normal-Cement- und Mörtel-Proben 33
Normalcement 33
Normalmörtel 34
Abbindeversuche 35
Zugversuche 36
Druckversuche 37
Untersuchung durch Biegung bis zum Bruch 38
Prüfung der Raumbeständigkeit 38
Untersuchung der Ausgiebigkeit 39
Untersuchung der Porosität (Undichtigkeit) 39
Prüfung auf Durchlässigkeit 41
Untersuchung der Zersetzung durch Meerwasser 41
Prüfung des Haftvermögens 42
Untersuchung der Kalke 43
Hydraulischer Kalk 43
Feinheit des Pulvers 43

Seite

Spezifisches Gewicht 43
Raumgewicht 43
Chemische Analyse. Untersuchung der Gleichmäßigkeit 43
Normalkalkproben 43
Normalmörtel 43
Abbindeversuche 44
Prüfung der Bruchfestigkeit (Zug, Druck, Biegung) 44
Untersuchung der Raumbeständigkeit 44
Prüfung der Ausgiebigkeit, der Porosität und der Durchlässigkeit 44
Zersetzung durch Meerwasser 44
Haftvermögen 44
Fettkalke 44
Untersuchung durch Schlämmen 45
Ausgiebigkeit 45
Puzzolancement 45
Traß 45
Herstellung der Proben 45
Feinheit der Mahlung, spezifisches Gewicht, Raumgewicht und chemische Analyse 45
Untersuchung der Gleichmäßigkeit 45
Herstellung des Normalbreies und Normalmörtels 45
Prüfung des Abbindens 46
Traß-Kalk-Proben 46
Traß-Kalk-Sandmörtel 46
Bruchversuche (Zug, Druck, Biegung) 46
Ausgiebigkeits-, Porositäts-, Durchlässigkeitsversuche; Zersetzung durch Meerwasser und Haftvermögen 46
Untersuchung der übrigen Puzzolane 46
Sandunterfuchungen 46
Korngröße und Kornform 46
Dichte 47
Mineralogische Prüfung 47
Prüfung des Sandes im Gebrauch 47
Prüfung des Gypfes 47
Feinheit der Mahlung 47
Chemische Analyse 47
Abbindeversuche 47
Ausgiebigkeitsuntersuchung 48
Allgemeiner Wunsch 48

A. Beschlüsse der Abtheilung für Metalle.

Die Kommission stellt in einer Einleitung zunächst fest, daß ihre Beschlüsse nur Empfehlungen und keine festen Vorschriften sein sollen und daß sie veränderlich sein müssen mit dem Fortschritt der Technik.

I. Physikalische Prüfung.

Beobachtung des äußeren und des Bruchaussehens mit bloßem Auge.

In diesem Theil versucht die Kommission eine Anleitung für eine einheitliche Beschreibung der Bruchflächen des Zerreißversuches zu geben. Das ist auch bei uns versucht worden, aber es hat seine Schwierigkeit, allen Anforderungen gerecht zu werden.

Für die meisten gegossenen und geschmiedeten Metalle sollen folgende Beschreibungen anwendbar sein:

A. Bruch in Trichterform (en forme de coupelle) mit glatten und glänzenden Rändern, von sehr reiner Form, Grund mattgrau.

B. Dieselben allgemeinen Formen wie A, aber ein wenig unbestimmter.

C. Bruch eben, normal zur Axe. Ein Ring von glänzenden Körnern umgiebt einen grauen und matten Theil.

D. Bruch ähnlich wie der von faulem Holz (du bois pourri), hauptsächlich gekennzeichnet durch der Längsaxe des Probestückes parelle Linien, genannt „Schichtung" („travers").

F. Bruch schräg (en sifflet), schiefe Oberfläche („surface oblique"), glatt und glänzend.

G. Bruch gebildet durch mehrere schräge Flächen, welche durch glänzende Theile, „Schiefer" („pailles") oder „Poren" („soufflures") getrennt sind. Diese Theile sind wie die „Schichtung" („travers") bei der Bruchfläche D parallel zu der Längsaxe des Probestückes.

G[1]. Bruch gleich dem unter G, aber mit einer größeren Zahl von Fehlern.

H. Bruch eben, normal zur Axe, körnig-glänzend mit Schiefer durchsetzt (à grains brillants traversés par une paille); Hn, wenn der Schiefer schwarz ist.

J. Bruch eben, normal zur Axe, feinkörnig.

K. Bruch eben, normal zur Axe; grobkörnig-glänzend.

Das Gußeisen wird außerdem nach den folgenden Kennzeichen eingetheilt: graues, weißes oder halbirtes Gußeisen; man stellt ferner fest, ob das Roheisen leicht mit der Feile, dem Meißel, dem Bohrer oder dem Drehstahl zu bearbeiten ist. Man wird die Zahl der Umschmelzungen und, wenn es geht, den Schmelzprozeß feststellen.

Bei Messing unterscheidet man das Aussehen der Probe nach dem Zerreißen nach folgender Eintheilung:

α. Aussehen fast dasselbe wie vor dem Zugversuch.

β. Kaum sichtbare Krispelung (Granulation).

γ. Merkliche Krispelung.

δ. Oberfläche sehr wellig (très montonnée).

Beobachtung mit Präzisionsapparaten.

Bei Beobachtung von Bruchflächen und geschliffenen und geätzten Metallflächen sollen thunlichst die Verfahren der mikroskopischen Beobachtung angewendet werden.

Zur Feststellung innerer Fehler ist auch die Probe durch **Abklopfen** zu verwenden.

Bestimmung physikalischer Konstanten.

Bestimmung des spezifischen Gewichtes.

a) An Probekörpern.

Der benutzte Probekörper soll möglichst einfache geometrische Form haben; er soll mindestens 30 g schwer sein; die Flächen sollen sauber bearbeitet, polirt und entfettet sein; Körper und Wasser sollen auf gleiche Wärme gebracht sein; die Wägung unter Wasser soll mit feinem Kupferdraht geschehen, dessen Gewichtsverlust in Rechnung zu stellen ist; Korrekturen werden nur ausgeführt, wenn die Wärmeabweichung 10 C° überschreitet; das Ergebniß sei als Mittel von 5 Körpern gebildet.

b) Fertige Stücke.

Der Körper soll keine Runzeln oder deutlich sichtbare Poren haben; sonst soll ein Modell zur Bestimmung des Rauminhaltes benutzt werden, womöglich unter Berücksichtigung des Schwindens; damit keine Korrektur nöthig wird, soll der Kupferdraht nicht zu tief ins Wasser tauchen; eine Korrektionsrechnung ist nur bei mehr als 10 C° Abweichung erforderlich.

Messung der Wärmeleitungsfähigkeit.

Es empfiehlt sich dem Wärmeleitungsvermögen Aufmerksamkeit zu schenken.

Bestimmung des elektrischen Leitungsvermögens.

Hierüber hat ein eigener Kongreß die nöthigen Entscheidungen getroffen.

Beobachtung der Zustandsänderungen der Metalle unter dem Einfluß von Wärmeänderungen.

Bestimmung der kritischen Wärmezustände durch die Abkühlungsmethode.

Die Kommission mißt der Bestimmung der kritischen Punkte durch die Methode der Abkühlung für gewisse Metalle eine große Wichtigkeit bei. Man solle diese Versuche mehr in Anwendung bringen und ebenso die

Aenderung des elektrischen Leitungsvermögens

der Metalle mit der Wärmeänderung studiren.

Härtungsversuche.

Die Kommission empfiehlt die rege Fortsetzung der Versuche zum Aufschluß über die Vorgänge beim Härten des Eisens, wobei besonderer Werth auf die Ermittelung der erreichten Härtegrade zu legen ist. Die nach dem Härten mechanisch weiter zu prüfenden Stücke sollen auf Dunkelkirschrothgluth (700 C°) erwärmt und in viel Wasser von 28 C° abgeschreckt werden.

II. Chemische Untersuchungen.

Analysen von Metallen und Legirungen.

Die Kommission macht auf die Nützlichkeit der chemischen Analyse aufmerksam; sie empfiehlt die Anwendung einheitlicher Methoden, deren Feststellung sie einer späteren Sitzung vorbehält; jedenfalls ist vorläufig die benutzte Methode jedesmal zu nennen. Für Kupfer und seine Legirungen werden die elektrolytischen Verfahren besonders empfohlen.

Versuche über das Rosten und über das Haften von Schutzmitteln.

Es wird empfohlen, Erfahrungen über den Widerstand gegen die Einwirkung von atmosphärischer Luft, von Gas, Dämpfen, Flüssigkeiten zu sammeln; Drähte sollen durch Hin- und Herbiegeprobe auf das Haftvermögen der Schutzschichten geprüft werden; die Dicke der galvanischen Schicht, des Zinks u. s. w. zu bestimmen, soll man wiederholte Eintauchungen von je 1 Minute in ein Bad von reinem krystallisirtem Kupfervitriol in 5 Theilen destillirtem Wasser anwenden, wobei der Draht vor dem ersten Eintauchen mit weichem trockenen Lappen abzuwischen ist.

III. Mechanische Untersuchungen.

1. Bemerkungen, welche allen Prüfungsmethoden gemeinsam sind.

a) Allgemeine Betrachtungen.

1. Es muß bemerkt werden, daß die durch die mechanischen Versuche gelieferten Aufschlüsse, besonders an Probestücken, welche aus einem Material von niederer Qualität entnommen sind, oft nur angenäherte Werthe liefern, welche bei einem Stücke beträchtliche Abweichungen enthalten können. Die Abweichungen sind mehr oder minder groß je nach der Natur der geprüften Stücke und der auf ihre Ausführung verwendeten Sorgfalt.

2. Um eine eingehendere Bestimmung der Qualität des Materials zu ermöglichen, ist es häufig gut, die mechanische Prüfung, welcher Art sie auch sei, noch durch den Zugversuch zu ergänzen.

3. Man soll jedoch die Zugversuche, welche ja wegen des Abtrennens und Herrichtens der Proben einen oft ziemlich großen Arbeitsaufwand erfordern, nicht mißbräuchlich ausführen. Wenn diese Versuche auch für die Abnahme der besseren Materialien sehr nützlich sind, so werden sie doch oft ohne großen Vortheil ausgeführt an mancher Marktware, welche schon von einem Stück zum andern beträchtliche Abweichungen zeigt.

Für diese empfiehlt es sich, den Zugversuch nur mit Maß und Ziel auszuführen, besonders wenn die Qualität der Metalle durch einfachere und schneller zum Ziele führende Mittel, wie den Biege- und den Schlagversuch, genügend erkannt werden kann.

4. Man soll die Ergebnisse der mechanischen Untersuchungen nicht mit einer scheinbar größeren Genauigkeit darstellen, als der Beobachtung entspricht.

Für die meisten der üblichen Versuche ist eine Genauigkeit von 1 bis 2 Prozent hinreichend.

Man soll nicht versäumen von Apparaten für die Aufzeichnung der Belastung und Formänderung Gebrauch zu machen, da sie bequem sind und, selbst wenn sie nicht mit der höchsten Genauigkeit arbeiten, groben Irrthümern vorzubeugen vermögen.

Bei der Bildung der Mittelwerthe aus Versuchen, welche im wissenschaftlichen Interesse angestellt wurden, sind diejenigen Proben auszuschließen, welche infolge von örtlichen Materialfehlern ausnahmsweise abweichende Ergebnisse liefern.

b) Zustand der Proben.

1. Man soll immer beachten, ob das zu prüfende Metall im ursprünglichen Zustand erhalten blieb, oder ob es gehärtet, geglüht oder etwa mechanisch durch Hämmern u. s. w. bearbeitet wurde.

Bei den weichen Metallen ist es unerläßlich, den Bearbeitungszustand zu berücksichtigen.

2. Sobald das Metall in den Zustand, in dem man es prüfen will, gebracht ist, soll man bei der Entnahme sowohl wie bei der Bearbeitung der Probe jede Operation vermeiden, welche seine Natur verändern und so die Ergebnisse beeinflussen könnte.

3. Wenn man die Qualität des zur Herstellung eines Stückes benutzten Metalles feststellen kann, so muß man die Proben vor jeder Bearbeitung entnehmen, oder falls dies unmöglich ist, den Einfluß dieser Bearbeitung durch entsprechend gewähltes Ausglühen zerstören. Wenn man sich darauf beschränkt, das Probestück selbst nach dem Abschneiden vom fertigen Stück zu glühen, so kann man beim Zugversuch und besonders bei weichen Metallen abweichende Ergebnisse erhalten.

4. Wenn man nur den Zustand des Metalles, so wie es sich im fertigen Gegenstand befindet, feststellen will, ist es nöthig, mit Proben zu arbeiten, die soweit als möglich im selben Bearbeitungszustand wie das fertige Stück sich befinden.

5. Im Allgemeinen ist eine aus dem angelieferten Produkt entnommene Probe für den Verbraucher die wichtigste; doch kann es in gewissen Fällen nützlich erscheinen, solche auch während des Verlaufes der Fabrikation zu erheben.

6. Bei Blechen aus Kupfer und seinen verschiedenen Legirungen ist es gut, zum Zwecke der Erreichung vergleichbarer Resultate die Prüfung nach dem letzten während der Fabrikation vorgenommenen Ausglühen anzustellen.

7. Da gewisse Stücke aus Kupfer (Stehbolzen, Feuerbuchsplatten u. s. w.) durch die mechanische Bearbeitung verändert sind, so muß man sich beim Abtrennen der Stücke hüten, sie zu verändern, wenn man das Metall in diesem Zustande prüfen will.

c) Anordnung und Entnahme der Proben.

1. Im Allgemeinen wird man die Probestücke an denjenigen Stellen des fertigen Stückes entnehmen, wo die Qualität des Metalles beim Gebrauch am meisten von Wichtigkeit ist oder auch da, wo sie voraussichtlich am geringsten ist.

2. Die Entnahme der Proben soll soweit als möglich unter den folgenden Bedingungen stattfinden:

a) Bei geschmiedeten Stücken aus der Mitte der dicken Theile.

Wenn die Bearbeitung in einer bestimmten Richtung erfolgt, so sollen die Proben meist in dieser Richtung entnommen werden, doch kann es oft nützlich sein, Stücke quer zu dieser Richtung zu entnehmen, wobei aber die an die Längsproben gestellten Forderungen nur in beschränktem Maße von den Querproben erfüllt werden können.

b) Bei Walzeisen wird man die Proben an beiden Enden entnehmen.

c) Bei Walzeisen von komplicirtem Profil wird man die Proben aus dem dicksten sowohl wie aus dem dünnsten Theil entnehmen.

d) Bei Blechen und speciell bei Eisenblechen wird man Längs- und Querproben, sei es an den Rändern oder aus inneren Ausschnitten, entnehmen.

e) Bei einer Schmelzung unterworfen gewesenen Metallen, ob sie nun als gegossene Stücke verbleiben, oder ob die Gußblöcke nachträglich bearbeitet werden, kann man für gewöhnliche Ware eine Probenentnahme aus der Mitte des Gusses als genügend für die Beurtheilung des ganzen Gusses (ganzen Schmelzung?) ansehen; bei besseren Erzeugnissen, sowie bei größeren Gußstücken und wenn das Herstellungsverfahren es als nicht ausgeschlossen erscheinen läßt, daß das Metall während des Gusses selbst sich ändert, wird man Stücke für die Prüfung zu Anfang, inmitten und am Ende des Gusses entnehmen.

f) Bei Gußstücken wird man entweder eine jedem wichtigen Stücke anhängende Probe unmittelbar am Fuß des Gießkopfes nehmen, oder je eine Probe für jede größere Parthie von kleinen Stücken eines und desselben Gusses.

Will man die Qualität von Güssen noch genauer feststellen, so muß man von Zeit zu Zeit ein Gußstück opfern, um von diesem dann die dicksten und die dünnsten Theile zu untersuchen.

Diese mehrfachen Prüfungen sind besonders zweckmäßig für die Broncen und namentlich für die Specialbroncen; es ist dann gut, das Fortschreiten der Fabrikation durch die Versuche zu beobachten und die Prüfung auf eine gewisse Zahl von fertigen, verschiedenen Perioden ein und desselben Gusses entnommenen Proben auszudehnen.

g) Bei Gußeisen- und Gußstahlstücken, welche in irgend einem Theil stärker als 8 cm sind, wird man die Proben am Fuß des Eingusses entnehmen.

h) Bei Gußstücken von unter 8 cm Dicke wird man die Probestäbe in besonderen Formkästen in einem Guß mit den Hauptstücken anfertigen können.

i) Falls die Probestücke gesondert gegossen werden sollen, beobachte man die folgenden Regeln:

Die Neigung des Gußstückes betrage etwa 20 cm auf 1 m und man giebt dem Gießkopf 15 bis 20 cm Höhe.

Die den Stücken angegossenen Probekörper brauchen keinen besonderen Gießkopf.

Fertigstellen der Probestäbe.

1. Bei den Blechen und großen Platten sollen die Stücke, aus denen die Proben entnommen werden, eine um wenigstens 2 Blechdicken größere Breite haben als die Probestäbe.

2. Diese Stücke können mit der Scheere, der Stanze, der Säge, dem Meißel oder auf der Werkzeugmaschine abgetrennt werden.

3. Wenn man die Stücke mit der Scheere abtrennt, so vermeide man, daß sie bei den aufeinanderfolgenden Schnitten verbogen werden; nöthigenfalls spannt man sie während der Arbeit fest ein.

4. Ist das Stück trotz dieser Vorsichtsmaßregeln verbogen, so richtet man es, wenn die Beschädigung keine zu große ist, auf kaltem Wege.

Bei Eisen- und Stahlblechen kann das Richten warm[1]) ausgeführt werden, vorausgesetzt, daß man keine höheren Wärmegrade als etwa 700° C, also dunkelroth, anwendet und mit Holzhämmern arbeitet.

5. Die Probestäbe werden aus den Streifen kalt und durchweg mit Werkzeugmaschinen abgetrennt.

6. In den meisten Fällen genügt es, die Schmalseiten zu bearbeiten, um den rechteckigen Probestäben ihre endgültige Form zu geben. Die Probestäbe werden auf allen Seiten zu bearbeiten sein, wenn der Querschnitt für die Prüfungsmaschine zu stark werden würde, oder wenn sie von so ungleicher Dicke sind, daß Biegungsbeanspruchungen zu befürchten wären.

7. Man hat Sorge zu tragen, daß von den Streifen diejenige Zone, welche etwa durch das Abtrennen mittels Scheere, Meißel oder Stanze beeinflußt ist, entfernt wird.

8. Dieses Entfernen kann mit der Säge, durch Hobeln, Drehen, Schleifen, Abschlichten oder Fräsen, und bei der letzten Bearbeitung mit der Feile geschehen. Es ist übrigens gut,

[1]) Obwohl man dieser Anschauung ziemlich oft begegnet, ist das Beweismaterial für die Zulässigkeit dieser Behandlung ein spärliches.

die Spahnstärke allmählich abnehmen zu lassen und sich besonders bei Probestäben für Zugversuche so einzurichten, daß das Werkzeug nicht inmitten der Gebrauchslänge absetzt, da ein solches Absetzen leicht eine Ursache des Bruches werden kann.

Es ist stets gut, scharfe Kanten mit der Feile zu brechen.

9. Aus weichen Metallen, wie bei Kupfer und Messing, sind die Probestäbe, wenn dies möglich ist, mit der Feile herzustellen; bearbeitet man sie mit der Fräse, so sollte man doch wenigstens noch 0,5 mm mit der Feile nacharbeiten.

10. Bei den gegossenen Metallen sind die für sich gegossenen oder von den Stücken abgetrennten Probestäbe mit der Maschine, durch Drehen oder Abrichten zu formen, die Oberfläche und die scharfen Kanten innerhalb der Gebrauchslänge mit der Feile zu schlichten.

Bei den rohen gegossenen Probestäben wird man über die ganze Gebrauchslänge hinweg ringsum mindestens 2,5 mm zum Nacharbeiten stehen lassen.

Untersuchungen über den Einfluß der Wärme auf die Versuchs-Ergebnisse.

Praktische Versuche bei bestimmten Wärmegraden.

Einfluß von Wärmegraden über 100°.

1. Die Vorsichtsmaßregeln, welche man bei Versuchen bei bestimmten, über 100° betragenden Wärmegraden anwenden muß, sind folgende:

a) Die Metalle müssen vorher bei einem Wärmegrad geglüht werden, welcher höher als der beim Versuche beabsichtigte ist. Eine Mittheilung der Bedingungen, unter denen dieses Erhitzen vor sich gegangen, ist den Versuchsergebnissen beizufügen.

b) Die Bestimmung des Wärmezustandes des Probestückes hat mit der größten Sorgfalt zu geschehen.

Wenn die Erhitzung durch Vermittelung einer Flüssigkeit geschieht, so mag man sich damit begnügen, den Wärmegrad dieser Flüssigkeit zu messen; aber es ist immer vorzuziehen, den Wärmezustand des Probestückes direkt durch ein Thermoelement festzustellen.

Findet die Erwärmung des Probestabs mit Hülfe eines heißen Luftstromes statt, so ist das Thermoelement das einzige Mittel zur genauen Wärmebestimmung.

c) Der vom Heizapparat umschlossene Theil des Probestabes soll doppelt so lang als der zum Messen der Längenänderung dienende Theil sein. Man trage immer Sorge, diesen Theil in die Mitte der Anwärmevorrichtung zu verlegen.

d) Die Dauer jeden Versuches soll mit Sorgfalt verzeichnet werden. Da der Einfluß der Zeit bei gewissen Wärmegraden beträchtlich sein kann, so ist es nützlich bei ein und derselben Wärmestufe Versuche von verschiedener Dauer auszuführen. Besonders scheinen Versuche von sehr langer Dauer vom praktischen Standpunkt aus die wichtigsten Aufschlüsse geben zu können.

2. Die Kommission äußert den Wunsch, daß Versuche bei hohen Wärmegraden, deren Ergebnisse unter gewissen Umständen ein ernstes Interesse beanspruchen dürften, in möglichst großer Zahl ausgeführt werden möchten mit allen Metallen und Legirungen, die für die Anwendung bei über 100° bestimmt sind, und speziell mit Broncen, deren Eigenschaften bei höheren Wärmegraden mit der Zusammensetzung wechselnd erscheinen.

Einfluß der Wärmegrade unter 100°.

1. Die bei Versuchen bei Wärmegraden unter 100° anzuwendenden Vorsichtsmaßregeln sind folgende:

a) Die Messung des Wärmegrades hat mit der größten Sorgfalt zu geschehen.

b) Das Metall ist durch Eintauchen in eine Flüssigkeit, wie Alkohol, Wasser oder Oel, auf die Versuchswärme zu bringen.

c) Für 100° bis 15° ist es vorzuziehen, Oel anzuwenden, welches, falls der Versuch außerhalb des Bades stattfindet, wie bei Schlagversuchen, eine Schutzhülle bildet zur Verhütung der Abkühlung des Versuchsstückes, während Wasser durch das Verdampfen die Abkühlung beschleunigt.

Unter 15° sind, falls man nicht über Kältemaschinen verfügt, die folgenden Kältemischungen, deren Anwendung die größte Bequemlichkeit bietet, zu verwenden:

Bis zu 0° Wasser mit Eis.

Von 0° bis —18° eine Mischung von Eis und Salz.

Von 0° bis —45° eine Mischung von Eis und krystallisirtem Calciumchlorür.

Von 0 bis —70° mit fester Kohlensäure gekühlter Alkohol.

2. Die Schlagversuche und die Versuche zur Bestimmung der Zähigkeit sollen, wenn thunlich, mit einem einzigen Schlag ausgeführt werden; ist dies nicht möglich, so ist der Körper nach jedem einzelnen oder jedem 2. Schlag auf die Versuchswärme zu bringen.

3. Die Kommission äußert den Wunsch, daß die noch so wenig bekannten Veränderungen der Sprödigkeit mit dem verschiedenen Wärmezustand zum Gegenstand einer ausführlichen Untersuchung gemacht werden sollen, welche ausgedehnt wird auf verschiedenartig geglühte und gehärtete Metalle sowie auf ihrer chemischen Zusammensetzung nach unter sich verschiedene Legirungen.

Laufende Versuche bei gewöhnlichen Wärmegraden.

1. Die Zugversuche müssen, soweit dies möglich, bei etwa 10° bis 30° ausgeführt werden. In diesen Grenzen ist der Einfluß der Wärmeänderung unbedeutend.

2. Bei Schlagbiegeversuchen ist dieser Einfluß in Rechnung zu ziehen.

3. Um ihn möglichst abzuschwächen, muß man:

a) Alle Stäbe für diese Versuche auf etwa 15° bringen.

b) Die Versuche mit einer möglichst niedrigen Schlagzahl ausführen.

4. Man schreibe die Zahl dieser Schläge und die zur Berechnung der Schlagarbeit nöthigen Daten auf (Bärgewicht und Fallhöhe).

Ist die Schlagzahl größer als 2, so muß man den Wärmegrad des Versuchsstücks möglichst von 2 zu 2 Schlägen auf ungefähr 15° zurückbringen oder das Stück ständig im Laufe der Untersuchung mittels einer passend angeordneten Befeuchtung kühl erhalten.

Man muß notiren, ob diese Bedingung hat erfüllt werden können oder nicht.

Untersuchung des Einflusses der Versuchsdauer auf die Ergebnisse.

Die Kommission glaubt die Prüfung des Einflusses der Versuchsdauer auf die Ergebnisse verfolgen zu sollen.

Allgemeine Bemerkungen über die Versuchsapparate.

A. Apparate für stetig wachsende Beanspruchung.

Zugfestigkeitsprobirmaschinen.

1. Bei dem gegenwärtigen Stand der Technik scheint es geboten, den Zugfestigkeitsprobirmaschinen ein Spannwerk sowohl wie eine davon unabhängige Meßvorrichtung zu geben.

2. Die Wahl der Bauart ist allein von den im Gebrauch zu erfüllenden Bedingungen abhängig. Demnach sind alle mechanischen Anordnungen anwendbar, falls sie gut ausgeführt sind und den gewünschten Erfolg erreichen lassen.

3. Die Maschinen dieser Gattung sind allen den Regeln unterworfen, die man sonst auf eine gute mechanische Konstruktion und speciell auf Wägevorrichtungen anwendet.

Man muß im besonderen:

a) Die Abrundung der Schneiden der zu übertragenden Kraft entsprechend wählen,

b) die Schneiden an den Hebeln, die Pfannen an dem Gestänge anbringen,

c) zu große Hebelübersetzungsverhältnisse vermeiden.

4. Außerdem kann man fordern:

a) Daß die Meßvorrichtung so einfach als möglich und

b) daß die Unterhaltung und Richtigstellung derselben leicht sei.

5. Das Spannwerk muß derart konstruirt sein, daß bei den Versuchen die durch die Kommission empfohlene verschiedene Versuchsdauer erreichbar ist.

6. Sie muß zugleich gestatten, die Kraft allmählich und ohne Stoß zu steigern.

7. Für die laufenden praktischen Versuche genügt es, wenn die Meßvorrichtung bei der halben höchsten Kraftleistung auf $^1/_{250}$ genau ist.

8. Man soll die Materialprüfungsmaschinen mit Hülfe von Gewichten justiren können, welche direkt an der Meßvorrichtung angebracht werden können, wenn die Maschine dies irgend erlaubt. Geht dies nicht, so empfiehlt sich die Anwendung eines dem Dynamometer der „compagnie Paris-Lyon-Mediterranée (System Labasteur)“ [1]) analogen oder denselben Zweck mit derselben Genauigkeit erfüllenden Apparates. Man berichtigt die Angaben dieser Apparate durch direkte Gewichtsbelastung so oft, als man dies zur Vermeidung von Unsicherheiten für nöthig hält. Bei der Konstruktion der Maschinen schon soll man an den Einspannungen die Anbringung solcher Justirvorrichtungen vorsehen.

9. Für die Befestigung der Probestäbe wird keine specielle Art empfohlen; es genügt, wenn dieselben so gestaltet sind, daß die Stäbe genau in ihrer Zugaxe eingespannt werden können und in ihnen durch die Einspannungen keine Biegungs- oder Torsionsspannungen erzeugt werden. Diese Bedingung versteht sich für alle Einspannungen; diejenigen, welche durch seitlichen Druck wirken, müssen außerdem das Gleiten der Stäbe während des Zerreißens vermeiden; die Form und Neigung der gezahnten Keile muß darauf hin berechnet werden.

10. Es ist gut, die elastischen Verlängerungen mit Hülfe eigens zu diesem Zweck hergestellter Präzisionsinstrumente zu beobachten; die Anwendung dieser Apparate erleichtert die Beobachtung der Periode der elastischen Ausdehnung, innerhalb deren jedes andere Beobachtungsmittel immer einige Unsicherheit zeigt.

Diese Apparate sollen so eingerichtet sein, daß sie nach Möglichkeit die Verlängerung der mittleren Faser messen.

11. Für die bleibenden Formänderungen kann man die Registrirapparate als bequeme Mittel zur Ermittelung der Formänderungsarbeit ansehen.

Es ist nicht nöthig, daß die Registrirapparate für die bleibenden Verlängerungen ebenso genau wie diejenigen zur Messung der elastischen Formänderung seien. Sie können ohne Anstand verschieden sein in Anbetracht des Umstandes, daß die elastischen Formänderungen stets in ihrer Größe von den bleibenden Formänderungen verschieden sind.

Maschine zur Prüfung der Druckfestigkeit.

1. Die Maschinen, welche dazu dienen sollen, Metalle auf Druckfestigkeit zu prüfen, müssen denselben Regeln wie die Zugfestigkeitsprüfungsmaschinen unterworfen werden. Ueber-

[1]) Die Konstruktion ist im Band 2, S. 359, Taf. XXVI 37 des Originals gegeben.

dies können Zugfestigkeitsprobirmaschinen leicht zum Prüfen von Metallen auf Druckfestigkeit durch einen geeigneten Apparat zur Umkehrung der Kräfte verwandelt werden.

2. Die Druckfestigkeitsprüfungsmaschinen sollen den nachfolgenden besonderen Bedingungen genügen:

a) Man soll Anordnung treffen, daß der Beobachter die Axe des auf Druckfestigkeit zu prüfenden Körpers in die Richtung der durch die Maschine ausgeübten Druckkraft einstellen kann.

b) Damit diese Bedingung auch während des Versuches aufrecht erhalten werde, ist es gut, wenn eine der beiden Druckplatten, zwischen welche der Körper zu liegen kommt, sich selbstthätig einstellen kann.

c) Die Druckplatten sollen, damit sie sich nicht beim Versuch eindrücken, stets härter als die Probekörper sein.

Maschinen für Biegeversuche.

1. Die Maschinen zur Prüfung auf Biegungsfestigkeit sollen denselben Bedingungen wie die Zugfestigkeitsprüfungsmaschinen entsprechen. Ueberdies können letztere durch Einschaltung eines hierzu geeigneten Apparates zum Prüfen auf Biegungsfestigkeit benutzt werden.

Diese Maschinen sollen so gebaut sein, daß sie die Versuche bequem und ohne Stoß auszuführen erlauben.

2. Man muß unter diesen Maschinen unterscheiden:

a) Die Maschinen zur Prüfung kleiner Stücke, von denen es 3 Klassen giebt:

α. Apparate zur Prüfung auf Biegungsfestigkeit.

β. Apparate zum Falten von Proben.

γ. Maschinen zum Biegen über einen Dorn.

Die Maschinen zur Prüfung auf Biegungsfestigkeit müssen die beim Biegen aufgewendete Kraft messen lassen; diese Bedingung können zweckmäßig auch die anderen Apparate erfüllen.

b) Maschinen zum Prüfen von Schienen und anderen großen Stücken. Diese müssen sehr stark und derart gebaut sein, daß sie die Handhabung der in ihnen zu prüfenden verhältnißmäßig gewichtigen Stücke leicht ermöglichen. Es ist praktisch, sie mit Zeichenapparaten für die Durchbiegungen zu versehen.

c) Die Maschinen zur Prüfung der Federn. Diese müssen die leichte und exakte Anstellung von Biegeversuchen und von wiederholten Beanspruchungen und Durchbiegungen ermöglichen.

Maschinen zur Anstellung von Drehversuchen.

1. Die Maschinen zur Prüfung auf Drehfestigkeit sind denselben allgemeinen Regeln wie die Zugfestigkeitsprobirmaschinen unterworfen.

2. Sie sind so einzurichten, daß die Axe des Probestückes keine Biegung erleidet.

Für gewisse Fälle ist es gut, daß die Maschine ein Mittel bietet, Stäbe gleichzeitig auf Drehung und auf Zug zu prüfen.

B. Apparate zur Prüfung auf Schlagfestigkeit.

1. Der Schlag kann auf sehr verschiedene Weise ausgeübt werden; bis jetzt wendet man am häufigsten den Fallbären an, der für die meisten Fälle bequem ist.

2. Die Führung des Bären soll absolut fest, eben und vertical und so angeordnet sein, daß die Reibung beim Fallen auf das kleinste Maß zurückgeführt ist.

3. Der Bär soll an Form und Masse zu der Ebene der Führungen symmetrisch sein.

4. Der Schwerpunkt des Bären soll so tief als möglich, in der Ebene der Führungen und von diesen genau gleich weit entfernt liegen.

5. Die Länge der Bärführung soll beträchtlich größer als die Breite zwischen den Führungen sein.

6. Die Auslösevorrichtung für den Bären soll keine seitliche Verschiebung des Bären bei der Auslösung zulassen.

7. Die Schabotte soll, sei es allein oder in Verbindung mit dem festen Mauerwerk, eine vollkommen widerstandsfähige Masse bilden und gegen die Masse des Bären beträchtlich sein, wenn möglich sei ihre Masse 15 bis 20mal[1]) so groß wie die Bärmasse; dies Verhältniß muß um so größer sein, je größer die Fallhöhe ist[2]).

Gegenstand der Messungen.

1. Bei jeder vollkommenen Prüfung wird es gut sein, die Belastungen und Formänderungen festzustellen, welche den bei jedem Versuche mit stetig wachsender Belastung wiederkehrenden beiden charakteristischen Perioden entsprechen: den elastischen und den bleibenden Formänderungen.

2. In Bezug auf die elastische Periode unterscheidet man die drei folgenden Grenzpunkte:

a) Die Elastizitätsgrenze, oberhalb welcher die Formänderungen aufhören nur augenblickliche zu sein (dètre momentanées) (Punkt E).

b) Die Proportionalitätsgrenze oder Grenze der proportionalen Formänderungen, entsprechend dem Punkt, an dem die Formänderungen aufhören, den Belastungen proportional zu sein (Punkt P).

c) Die sichtbare Elastizitätsgrenze oder der Beginn der Formänderung unter gleichbleibender Belastung, entsprechend dem Punkt, wo die Formänderungen ohne Laststeigerung nach und nach zunehmen, (Punkt F).

3. Man kann zwar im Allgemeinen sagen, daß die Elastizitätsgrenze mit der Proportionalitätsgrenze, wie sie eben definirt wurde, zusammenfällt, das heißt, daß Punkt E mit P zusammenfällt; aber die Kommission wünscht bei Erörterung dieses Punktes, daß Versuche zur Beleuchtung dieser Frage angestellt werden sollen.

4. Was die Periode der bleibenden Formänderungen anlangt, unterscheidet man die höchste getragene Last und die entsprechenden Formänderungen, sowie die Zerreißlast und die entsprechenden Formänderungen.

5. Die Beobachtung all' dieser Werthe läßt sich übrigens bei den meisten Versuchen nicht durchführen, man muß sich also sehr oft darauf beschränken, nur die Hauptwerthe zu notiren, wie beispielsweise beim Zugversuch die höchste getragene Last, die Verlängerung nach dem Bruche und die Querschnittsverminderung.

6. Die Belastungen werden in Kilogramm, die Längen in Millimeter, und die Querschnitte in Quadratmillimeter ausgedrückt.

7. Bei den Versuchen mit Wasserdruck wird der Druck ausschließlich in Kilogramm auf das Quadratcentimeter ausgedrückt.

Falls nicht anders bemerkt, wird man den effektiven Druck notiren, also die Differenz zwischen den Drucken auf die beiden Seiten des Probestückes.

---

[1]) Bei uns begnügt man sich mit dem Verhältniß 1 : 10.

[2]) Liegen Versuche vor, die dies beweisen?

Mechanische Terminologie.

Die Kommission betrachtet eine Festsetzung einer mechanischen Terminologie in gewissen Grenzen als von Interesse.

Die Prüfung dieser Frage, welche von einer besonderen Unterkommission begonnen wurde, ist einer späteren Sitzungsperiode vorbehalten.

Technische Terminologie.

Die Kommission betrachtet eine Festsetzung einer technischen Terminologie in gewissen Grenzen als von Interesse. Die Prüfung dieser Frage, welche von einer besonderen Unterkommission begonnen wurde, ist einer späteren Sitzungsperiode vorbehalten.

2. Eingehende Besprechung der verschiedenen Prüfungsmethoden.

A. Prüfungen bei stetig wachsender Belastung.

Die Versuche müssen immer stetig und so regelmäßig fortschreitend als thunlich ausgeführt werden.

1. Allgemeines über Zugversuche.

a) Grenzen der elastischen Periode.

1. Die drei Grenzpunkte der elastischen Periode können etwa wie folgt erklärt werden:

a) Die Elastizitätsgrenze ist diejenige auf das Quadratmillimeter des ursprünglichen Querschnitts bezogene größte Last (der Ordinate des Punktes E des Schaubildes für den Zugversuch entsprechend), welche noch keine bleibende Verlängerung hervorbringt, so zwar, daß beim Abnehmen der Last das Probestück in wenigstens einer Viertelstunde auf die ursprüngliche Länge zurückgeht[1]), und zwar mit einer Genauigkeit von etwa $^1/_{1000}$ mm auf 200[2]) mm.

b) Die Proportionalitätsgrenze ist diejenige auf das Quadratmillimeter bezogene der Ordinate des Punktes P des Schaubildes[3]) entsprechende Belastung, bis zu welcher die Verlängerungen den Belastungen augenscheinlich proportional sind (und zwar mit einer Genauigkeit von $^1/_{1000}$ mm[2]) etwa auf 200 mm bei einer Laststeigerung von 1 kg auf 1 qmm des ursprünglichen Stabquerschnittes).

c) Die sichtbare Elastizitätsgrenze ist diejenige auf 1 qmm des ursprünglichen Stabquerschnittes bezogene, der Ordinate des Punktes F des Schaubildes entsprechende Belastung, bei welcher die Verlängerungen ohne gleichzeitige Vermehrung der Belastung merkbar wachsen. (Dieser Punkt zeigt sich durch Stehenbleiben oder Abfallen des Manometers oder des Wagehebels der Prüfungsmaschine.)

2. Die Kommission erneuert in Bezug auf den Zugversuch den schon geäußerten allgemeinen Wunsch, daß Erfahrungen über das Zusammenfallen dieser Grenzen bei allen zu prüfenden Metallen und Legirungen gesammelt werden möchten.

3. Die Kommission wünscht noch, daß die von l'Ecole des Ponts et Chaussées begonnenen Untersuchungen über die Wirkung gleichbleibender Belastung wieder aufgenommen

[1]) Da dies nur durch wiederholte Versuche festgestellt werden kann, so würde die Bestimmung der E-Grenze recht umständlich werden.

[2]) Unsere Messungen mit Spiegelapparaten gehen in der Regel weiter.

[3]) Die Messung geschieht selbstverständlich nicht durch Aufzeichnung eines Schaubildes durch die Maschine.

und in der verschiedensten Art und Weise wiederholt werden, um mit der Zeit die Bedingungen kennen zu lernen, unter denen die Formänderung unter gleichbleibender Belastung bei verschiedenen Metallen vor sich geht.

4. Es ist vielleicht von gewissem Interesse, eine vergleichende Zusammenstellung der beim Zugversuch entwickelten Kräfte mit den zugehörigen Verlängerungen zu geben; die Kommission wünscht, daß für Eisen und Stahl, in gleicher Weise wie dies für Kupfer und Messing schon geschehen, einschlägige Untersuchungen angestellt werden möchten.

b) Periode der bleibenden Formänderungen.

1. Während der Periode der bleibenden Formänderung mißt man nur die höchste getragene Last; es erscheint bei den laufenden praktischen Versuchen überflüssig, die eigentliche Zerreißlast zu messen.

2. Die Gesammtlast wird im Allgemeinen auf den ursprünglichen Querschnitt bezogen, um die spezifische Bruchlast (auf 1 qmm) zu bestimmen.

3. Bei den praktischen Untersuchungen genügt es im Allgemeinen, wenn man Produkte von gleicher und wohlbekannter Abstammung vor sich hat, die Dehnung nach dem Bruch zu messen.

Handelt es sich aber darum, Produkte eines neuen Herstellungsverfahrens zu prüfen, oder Produkte zweier verschiedenen Fabrikationsverfahren zu vergleichen, so wird es besser sein, durch einige besondere Untersuchungen den Werth der einzelnen Elemente der Gesammtdehnung zu bestimmen.

4. Um ein genaues Maß der Gesammtdehnung zu bekommen, muß man alle diejenigen Versuche ausschließen, bei denen die Einschnürung nicht vollkommen innerhalb der Endmarken liegt [1]).

5. Man vervollständigt diese Beobachtungen noch durch die Bestimmung der Größe des Bruchquerschnittes und die Berechnung der Einschnürung

$$\frac{\Omega_o - \Omega_R}{\Omega_o}$$

c) Werthziffern (Coefficients de qualité).

1. Um die Ergebnisse der für die Zwecke der Praxis ausgeführten Versuche auszudrücken, erscheint es nicht zweckmäßig, die Größe der Formänderungsarbeit als Maß zu benutzen.

2. Ebenso verhält es sich mit den Werthziffern.

3. Man kann sich dieser Werthziffern höchstens bedienen, um die Ergebnisse in abgekürzter Weise auszudrücken; die Anwendung der seither vorgeschlagenen Werthziffern kann nicht empfohlen werden [2]).

d) Messung der Belastungen und Formänderungen.

1. Bei gewöhnlichen Versuchen können die Gesammtbelastungen, solange sie unter 5000 kg betragen, mit Abrundungen von 25 kg, wenn sie höher sind, mit einer Annäherung von 50 kg bestimmt werden.

---

[1]) Bei uns pflegt man neuerdings die Versuche von der Bestimmung der Bruchdehnung auszuschließen, bei denen der Bruch außerhalb des mittleren Drittels der Meßlänge erfolgt.

[2]) „Mittheilungen" 1893 S. 34.

2. Um eine Grenze für die Genauigkeit festzusetzen, mit welcher Längs- und Querabmessungen der Stäbe bestimmt werden sollen, soll man festhalten, daß jedes 10 mm oder weniger betragende Maß auf $^1/_{20}$ mm, jedes über 10 mm betragende Maß auf $^1/_{10}$ mm genau zu bestimmen ist[1]).

Zur Messung des Bruchquerschnittes berechne man sich bei runden Probestäben einen Kreis, dessen Durchmesser gleich dem Mittel aus 2 aufeinander senkrechten Durchmessern des Bruchquerschnittes ist.

Bei rechteckigen Probestäben berechne man den Bruchquerschnitt als ein Rechteck, das die mittlere Breite des Bruchquerschnitts zur einen und die mittlere Länge desselben zur anderen Seite hat.

e) Beschreibung der Bruchflächen.
(Siehe über physikalische Untersuchungen.)

f) Abmessungen der Probestäbe.

Querschnitt und Gebrauchslänge.

1. Um zufriedenstellende Ergebnisse zu erhalten, müssen die Endmarken vom Beginn der Einspannung oder von dem Uebergang zu den Stabköpfen wenigstens um einen Durchmesser oder um die Breite des Querschnittes entfernt sein[2]).

2. Unter dieser Voraussetzung erscheint die Form der Köpfe gleichgültig.

3. Wenn man so gut als möglich die Bruchdehnung von Stäben von verschiedenem Querschnitt vergleichen will, muß man ein bestimmtes Verhältnis zwischen Querschnitt und Meßlänge innehalten.

Man wendet die folgende Formel an:

$$A^2 = \frac{200}{3}\,\Omega = 66{,}67\,\Omega^3);$$

4. Man nimmt für die runden Probestäbe:

Länge zwischen den Endmarken . . . $A = (l) = 200$ mm,
Durchmesser . . . . . $D = (d) = 27{,}64$ mm,
Querschnitt . . . . . $\Omega = (f) = 600$ mm^2,

oder geometrisch ähnliche Probekörper, wie sie die folgende Tabelle giebt:

Durchmesser d mm	Querschnitt f mm^2	Länge zwischen den Endmarken l mm	$\frac{l}{d}$
27,64	600	200	7,235
19,55	300	141	
13,82	150	100	
9,77	75	70	

5. Die quadratischen Stäbe von mehr als 5 mm Seitenlänge des Querschnittes erhalten die durch dieselbe Formel $A^2 = (l^2) = \frac{200}{3}\,\Omega = 66{,}67\,\Omega^3)$ bestimmten Abmessungen.

---

[1]) Unter Umständen wird man genauer arbeiten können; bei rohen Stäben (Gußstücken) wird diese Genauigkeit aber nicht erreicht werden können.

[2]) „Mittheilungen" 1895 S. 89.

[3]) D. h. nach unserer Bezeichnungsweise $l = 8{,}2\sqrt{f}$, während die Konferenzen zur Vereinbarung einheitlicher Prüfungsverfahren, ausgehend vom Normalrundstabe $l = 200$ mm und $d = 20$ mm, $l = 11{,}3\sqrt{f}$ empfohlen haben. Die Franzosen werden also durchweg größere Bruchdehnungen finden als wir.

6. Um die Berechnung der Stäbe von rechteckigem Querschnitt zu erleichtern, stellt ma für bestimmte gleichbleibende Breiten die folgenden Reihen auf:

Breite b mm	Dicke d mm	Querschnitt f mm²	Entfernung zwischen den Endmarken l mm	Differenz Δl
30	5	150	100	9
	6	180	109	9
	7	210	118	8
	8	240	126	8
	9	270	134	7
	10	300	141	7
25	11	275	135	6
	12	300	141	6
	13	325	147	6
	14	350	153	5
	15	375	158	5
	16	400	163	5
	17	425	168	5
	18	450	173	5
	19	475	178	5
	20	500	183	5
20	21	420	167	4
	22	440	171	4
	23	460	175	4
	24	480	179	4
	25	500	183	4
	26	520	187	4
	27	540	191	3
	28	560	194	3
	29	580	197	3
	30	600	200	3

7. Für Stäbe von weniger als 5 mm Dicke nimmt man die folgenden Abmessungen:

Die Versuchsstäbe haben 100 mm Länge zwischen den Endmarken; sie werden recht eckig gemacht und auf ihrer ursprünglichen Dicke belassen.

Die Breite geht aus der folgende Tabelle hervor:

Dicke	Breite
5 mm bis 2,8 mm	14 mm
2,8 „ „ 1,2 „	8 „
1,2 „ „ 0,1 „	6 „

Wenn man mit Köpfen versehene Stäbe anwendet, so sind die Endmarken mehr als 10 mm von den Köpfen entfernt zu halten; den Köpfen selbst giebt man die nachfolgenden Abmessungen:

Die Breite soll etwa zweimal so groß als die Breite der Stäbe in der Versuchslänge und die Länge gleich der Breite sein.

Die Köpfe sollen mit einem Uebergang an den Schaft angeschlossen sein.

Dieser Uebergang soll tangential an den Schaft anschließend eine Rundung von 6 mm bekommen.

2. Durchführung der Versuche.

(Zugversuche.[1])

1. Der Versuch soll mit stetig wachsender Belastung durchgeführt werden.

2. Die Versuchsdauer soll in gewissem Maße eine Funktion des Volumens der Stäbe sein.

3. Für gewöhnliche Versuche mit Stäben, deren Querschnitt nicht über 600 mm² und deren Meßlänge 200 mm ist, kann die Versuchsdauer etwa zwischen 1 und 6 Minuten betragen.

Für Stäbe von weniger als 5 mm Dicke kann die Versuchsdauer sich auf 30 Sekunden vermindern. Besonders bei den weichen Metallen ist eine merkliche Erwärmung der Stäbe zu vermeiden.

Druckversuche.

1. Zur Bestimmung der Periode der elastischen Formänderungen empfiehlt sich der Gebrauch von cylindrischen Probestücken von 27,65 mm Durchmesser (600 mm² Querschnitt) und einer Länge, welche die Beobachtung der Zusammendrückungen auf 100 mm Meßlänge gestattet.

2. Will man lediglich den größten Widerstand gegen Druck oder die Bruchlast feststellen, so wende man cylindrische Proben von 19,56 mm Durchmesser (300 mm² Querschnitt) und 20 mm Länge an, deren Endflächen vollkommen eben und senkrecht zur Axe der Körper sind.

Knickversuche (flambement).

1. Der Widerstand gegen Knickung ist gleich derjenigen geringsten Belastung, bezogen auf 1 mm², welche die Knickung hervorbringt.

Für Eisen und Stahl ist der Widerstand gegen Knicken keineswegs ihrer Zugfestigkeit proportional und kann beim augenblicklichen Zustand der Wissenschaft nicht aus den Ergebnissen der gebräuchlichen Versuche abgeleitet werden.

2. Diese Versuche können sich auf genietete oder auf massive Stücke oder auf aus diesen beiden gewonnene Probekörper erstrecken. Damit zwei Versuche unter sich vergleichbar werden, genügt es, wenn das Verhältniß der Länge des Probekörpers zum kleinsten gefährlichen Querschnitt ein gleiches ist.

Bei Versuchen mit vorbereiteten Probestäben ist es zweckmäßig, dieses Verhältniß als Vielfaches von 5 oder 10 anzunehmen.

3. Die Versuchsstücke sind mit Sorgfalt in einem ganz bestimmten Zustand der Lagerung zu erhalten, also entweder ganz gelenkig oder ganz fest.

4. Wenn die Stücke frei beweglich sind, so dürfen a) die Auflager keine bemerkbare Reibung, kein Klemmen, überhaupt keinen das Knicken verzögernden Einfluß auf das Stück ausüben und es muß b) die neutrale Axe des Versuchsstückes so vollkommen als möglich central, das heißt genau in der geraden Verbindungslinie der beiden Auflagerpunkte liegen.

5. Wenn die Stücke mit festen Lagern eingebaut sind, so muß die Lagerung so sein, daß a) keine Biegungsspannungen auftreten, und b) die neutrale Axe des Versuchsstückes parallel der Druckrichtung der Lager ist.

6. Man kann eine vollkommen freie Lagerung erzielen, indem man als Drehaxen stumpfe Schneiden aus gehärtetem Stahl benutzt, welche lang genug gemacht werden, damit sie die auf sie wirkende Last tragen können, ohne verdrückt zu werden und ohne Eindrücke

[1]) Ueber den Einfluß der Geschwindigkeit herrschen bei uns andere Anschauungen, als sie nachstehend entwickelt sind.

in den gehärteten Stahlplatten zu hinterlassen, welche den Druck der Versuchsmaschine übertragen. Diese Anordnung soll aber nicht als ausschließlich anwendbare bezeichnet werden.

7. Für die Versuche mit fester Lagerung kennt die Kommission keine zufriedenstellende Anordnung; sie wünscht, daß in dieser Richtung Versuche ausgeführt werden.

8. Damit die Versuche genauer und besser vergleichbar sind, ist die Anordnung so zu treffen, daß man das Vorhandensein und auch den Sinn von geringen Biegungsspannungen, welche jedes Stück unter einer kleinen Anfangslast nimmt, erkennen kann. Diese Anfangslast ist außerdem so klein zu wählen, daß man das Stück so lange bewegen kann, bis diese Biegungsspannungen verschwinden.

Biegungsversuche.

Versuche mit bearbeiteten Stücken.

a) Gegossene Metalle.

1. Der Querschnitt der bearbeiteten Barren sei normal 40 mal 40 mm, soweit dies thunlich ist.

2. Die Versuchsstücke sollen bearbeitet, die Oberflächen und die Kanten mit der Feile behandelt werden.

3. Die Länge derselben wird nach der Form der Maschine bestimmt werden müssen; sie muß natürlich den Abstand der Auflager, welcher die Gebrauchslänge bestimmt, überragen.

Bei dem Apparat von Monge[1]) ist diese Gebrauchslänge gleich 450 mm; bei der Wage von Joéssel beträgt sie 500 mm. Die wirkliche Länge kann im ersten Fall 500 mm, im zweiten 600 mm betragen.

4. Die Prüfungsmaschinen für die Biegeversuche sollen Auflagerschneiden haben, deren Schneidenwinkel 45° beträgt und welche nach 2 mm Halbmesser abgerundet sind.

5. Die Versuchsdauer[2]) soll etwa 1 bis 2 Minuten sein.

b) Blattfedern.

1. Das Versuchsstück, wie es aus der Barre ohne Veränderung des Querschnittes genommen wird, soll zwischen den Stützpunkten eine nutzbare Länge von 1 m haben.

2. Das Versuchsstück soll unter genau den gleichen Bedingungen geglüht und gehärtet werden, wie sie bei der Fabrikation der Federn eingehalten werden.

3. Die Probe soll auf zwei mit vorspringenden Kanten versehenen verstellbaren Schlittenstücken aufliegen, welche ihm gestatten sich während des Versuches ohne bemerkbare Aenderung der Stützweite durchzubiegen.

4. Der Versuch soll unter Kraftsteigerung bis zu der beabsichtigten Durchbiegung geführt werden.

5. Die Steigerung der Kraft soll regelmäßig und stetig erfolgen, und mit solcher Schnelligkeit, daß der ganze Versuch etwa zwei bis fünf Minuten dauert.

Mehrfache Blattfedern.

1. Soweit thunlich soll man diese Federn nur innerhalb ihrer Elastizitätsgrenze belasten.

2. Bei diesem Versuch sollen die beiden Enden der Feder auf 2 kleinen Rollen gelagert sein, damit sie sich unter der auf sie wirkenden Biegekraft so viel als thunlich frei bewegen kann.

Spiralfedern.

Man wird auch diese soweit als möglich nur innerhalb ihrer Elastizitätsgrenze belasten.

---

[1]) Der Apparat von Monge ist im Originalbericht Band 3, S. 137, Taf. XI, beschrieben.

[2]) Wirkungsdauer jeder Laststufe?

Schienen und Laschen.

1. Die Prüfung auf Biegungsfestigkeit erfolgt soweit als möglich mit Bestimmung der Proportionalitätsgrenze.

2. Die Dauer des Versuches betrage 2 bis 5 Minuten.

Biegeprobe.

Hin- und Herbiegeprobe.

1. Die Abmessungen der Proben sollen einheitliche sein, damit der Versuch erleichtert wird und die zum Versuche dienenden Maschinen einfache sein können. Man kann die folgenden, schon in der Mehrzahl der Fälle angewandten Abmessungen geben: Breite 40 mm, Länge 250 mm. Bei Kupfer oder Messing kann die Länge auf 150 mm heruntergehen.

Dieselben Abmessungen sind, soweit dies möglich, für die Biegung über einen Dorn (cintrage), sowie die Biegung durch Zusammenbiegen der mit geeigneten Zangen gefaßten Enden bei freier Mitte (courbage) festzuhalten.

2. Der Biegeversuch soll möglichst mit der Maschine ausgeführt werden, denn der Ausfall der von Hand gemachten Proben hängt großentheils von der Geschicklichkeit des Arbeiters ab und haben diese daher nicht den Werth für vergleichende Untersuchungen, wie die durch ein und denselben Beobachter an der Maschine ausgeführten.

3. Man soll in beiden Fällen alle Bedingungen beim Versuch feststellen, wie die Abmessungen, die Art der Herstellung des Probestückes, den Zustand des Materiales und die Versuchsausführung.

4. Der Versuch soll langsam und stetig vor sich gehen und so, daß die Biegung stets mit möglichst demselben Krümmungsradius erfolgt.

5. Wenn man bei diesem Versuch nur über einen Schraubstock verfügt, so kann man, hauptsächlich bei Metallen, die nur in einem stumpfen Winkel gebogen werden sollen, folgendes Verfahren anwenden:

a) Man spannt das Stück auf ein Drittel seiner Länge zwischen die Backen des Schraubstockes, befestigt an seinem freien Ende ein kräftiges Stück Eisen und benutzt dieses Stück als Hebel, um das Stück von Hand und ohne Stoß zu biegen.

b) Die Verbindung dieses Hebels mit dem Probestück soll derartig sein, daß der Angriffspunkt der Kraft so nahe als möglich an der Stelle der Biegung liegt; je nach dem verlangten Biegungshalbmesser wird dies näher oder ferner von den Schraubstockbacken sein.

6. Für Metalle, welche weniger empfindlich gegen Schlag sind, ist das Umbiegen mittels Hammer zulässig.

7. In gleicher Weise kann man alle kleinen Stücke behandeln, wie Niete, Bolzen, Schraubenbolzen, Stifte, Splinte u. s. w., welche bei der Montage, sowie beim Gebrauch Stößen ausgesetzt sind. Indessen muß man die Geschicklichkeit des Ausführenden in Rechnung ziehen und nur von derselben Person angestellte Versuche vergleichen.

8. Für den maschinell ausgeführten Versuch muß man, in Ermangelung von Specialmaschinen, die hydraulische Presse oder den Dampfhammer vorziehen, indem man die Kraft vermöge einer abgerundeten Schneide von jeweils veränderlichem Halbmesser auf die Mitte der Probe wirken läßt. Die Entfernung der Stützpunkte der Probe muß höchstens gleich der halben Länge der Probe sein, damit die Enden sich nicht biegen und nicht eine mehr oder weniger starke Formänderung während des Versuchs erfahren.

Biegung um einen Dorn (cintrage).

Die Biegung um einen Dorn soll soweit als möglich mit der Maschine und unter denselben Bedingungen wie die Faltprobe (pliage) ausgeführt werden.

Noch ist es nicht möglich, alle hierbei zu beobachtenden Maßregeln festzulegen; es wird zweckmäßig sein, um den Vergleich zu erleichtern, sorgfältig alle Umstände des Versuchs aufzuschreiben: Die Abmessungen der Probe, die Art und Weise der Ausführung des Versuches, den Durchmesser des Dornes, und ob man von Hand oder mit der Maschine und mit welcher Art von Maschinen man gearbeitet hat.

Es wird gleicherweise gut sein, auf dem Stück Körnermarken in bestimmten Entfernungen anzubringen, um die Verlängerung beim Biegen messen zu können.

Freie Biegung (courbage).

Beim freien Biegen wird die in der Mitte freistehende Probe an den Enden mit zwei Zangen gefaßt, welche sich dann beim Biegen einander nähern. Die Probe nimmt dann eine Krümmung an, deren Halbmesser von den inneren Eigenschaften des Materials und den Abmessungen der Probe abhängt. Man muß die Anordnung des Apparates so wählen, daß man in jedem Augenblick Kraft und Formänderung messen kann.

Drehversuche.

Die Kommission äußert den Wunsch, daß die Versuche über Drehfestigkeit fortgesetzt werden möchten, denn der Widerstand gegen Verdrehen hat an sich besonderes Interesse. Für den Konstrukteur würde es sehr nützlich sein, besser über die Beziehung zwischen dem Widerstand gegen Verdrehen und dem gegen Zug bei einem Metall unterrichtet zu sein, und das Gesetz der Abnahme des Verhältnisses zwischen diesen beiden zu kennen, wenn der Widerstand gegen Zug sich vergrößert.

Gemischte Versuche (Abscheeren und Lochen).

a) **Abscheeren.**

1. Die Kommission möchte Versuche über diesen Gegenstand fortgesetzt sehen, denn der Widerstand gegen Abscheeren erregt an sich ein besonderes Interesse. Es würde für den Konstrukteur zweckmäßig sein, besser über die Beziehungen zwischen dem Widerstand eines Metalles gegen Abscheeren und dem gegen Zug unterrichtet zu sein, und das Gesetz über die Abnahme des Verhältnisses zwischen diesen beiden bei wachsender Zugfestigkeit zu kennen.

2. Man kann diesen Versuch mit denjenigen Maschinen ausführen, welche man für Zug- oder Druckversuche benutzt.

3. Benutzt man cylindrische Probestücke, so wählt man Durchmesser von 10, 20 oder 30 mm, entsprechend der Kraft, über die man verfügt.

4. Die Versuche sollen sich auf einfache und doppelte Abscheerung erstrecken.

5. Im ersten Falle sollen die beiden Enden, zwischen denen der Bruch erfolgen soll, bis auf die Mitte eingebettet sein; der Zug oder Druck soll in der Schnittebene ausgeübt werden, um soweit als möglich jede Biegungsspannung auszuschließen.

6. Bei der doppelschnittigen Abscheerung ist eine Einrichtung zu empfehlen, bei welcher ein genau passendes Gabelstück zwischen zwei die Probe zu beiden Seiten umfassenden Stücken von gehärtetem Stahl mit sanfter Reibung niedergeht.

7. Die Köpfe der beiden äußeren Scheiben erhalten eine der benutzten Maschine angepaßte Form. Die Dicke des mittleren Stückes, welches die Abscheerung bewirkt, soll gleich dem Durchmesser des zu prüfenden Stückes sein.

b) **Lochen.**

1. Die Kommission wünscht, daß die Versuche über diesen Gegenstand fortgeführt werden.

2. Um die Lochversuche an Abschnitten von Blechen und Profileisen auszuführen, kann man diesen Abschnitten eine Breite gleich der vierfachen Blechdicke geben und ein oder mehrere Löcher anbringen, deren Durchmesser gleich der einfachen oder der anderthalbfachen Blechdicke ist; die Entfernung der Löcher untereinander kann dann gleich ihrer Entfernung von den Rändern sein.

3. Bei gut gebauten und gut gehaltenen Maschinen kann das Spiel zwischen Stempel und Matrize für einen Durchmesser unter 10 mm auf $^3/_{10}$ mm, für 10 bis 30 mm auf $^5/_{10}$ mm und für größere Durchmesser auf 1 mm festgesetzt werden. (Zu großes Spiel ist unvortheilhaft, da das Metall sonst einreißt.)

4. Dieser Versuch wird in der Praxis gewöhnlich ohne Aufzeichnung des Druckes oder der Geschwindigkeit ausgeführt; es wäre trotzdem gut, diese Faktoren zu messen.

B. Prüfung mittels Schlagwirkung.

1. Die Anwendung des Schlages liefert Aufschlüsse, welche die langsam und stetig gesteigerte Beanspruchung nicht bieten kann.

2. Der Schlag kann zur Hervorbringung gleicher Effekte benutzt werden wie die allmählich wachsende Beanspruchung, aber in der Praxis wendet man fast nur Schlagbiegeversuche, Versuche über das oberflächliche Eindringen einer Schneide, sowie Durchschlag- oder Durchstoßversuche an.

3. Der Versuch mit Hülfe der Stoßwirkung von Explosionsstoffen würde ebenfalls gewisse Vortheile bieten; er erfordert gut abgewogene Mengen von Explosionsstoffen. Die Kommission hält es für interessant, über diesen Gegenstand methodische Untersuchungen anzustellen.

a) Schlagbiegeversuche.

1. Bei den Versuchen mit dem Fallbären ist die Schlagwirkung bestimmt einmal durch das Gewicht des Bären und zweitens durch die Fallhöhe und nicht allein durch das Produkt aus diesen beiden; daher ist es gut, diese beiden Faktoren getrennt zu halten.

2. Es werden Untersuchungen zu führen sein[1]) über das Gesetz, nach welchem diese Werthe zu bestimmen sind, um auf ein Probestück von bekanntem Gewicht eine bestimmte Wirkung auszuüben.

3. Es wäre gut, durch methodische Untersuchungen die zweckmäßigsten Fallhöhen und Bärgewichte für die jeweils durch Schlagversuche zu untersuchenden Metalle zu bestimmen, in besonderer Berücksichtigung auch der Thatsache, daß es für jedes Metall eine Fallhöhe zu geben scheint, von welcher ab die Brüchigkeit rasch wächst.

4. Es wäre noch eine Reihe methodischer Untersuchungen anzustellen zum Zweck der Vergleichung der Ergebnisse von Schlagversuchen bei gleichbleibender, wachsender und fallender Schlaghöhe, als Folge auch der schon von der Marine-Artillerie mit Gußeisen bei gleich bleibender und wachsender Fallhöhe angestellten Prüfungen[1]).

5. Da bei der Marine-Artillerie schon Untersuchungen im Gange sind, um die Wirkung von Schlagversuchen mit und ohne Umwenden des Probestückes miteinander zu vergleichen, so kann man die Beschlüsse über diesen Gegenstand jetzt noch aufschieben.

[1]) Vergl. Kick, das Gesetz der proportionalen Widerstände und „Mittheilungen" 1891 S. 1 u. ff.

6. Es wäre interessant, bei vergleichbar hergestellten Probekörpern die Versuche mit Bären vom gleichen Gewicht, gleicher Fallhöhe, auf Schabotten von gleicher Masse und unter den gleichen Nebenumständen auszuführen.

7. Die Gewichte und Fallhöhen, sowie die Nebenumstände beim Versuche sollen in ihren einzelnen Faktoren, Masse, Geschwindigkeit u. s. w., soweit als möglich so gewählt sein, daß sie dieselben Wirkungen ausüben, wie diejenigen Beanspruchungen, denen das Metall später im Gebrauch ausgesetzt ist, nur in höherem Maße.

8. Zur Vergleichung unbearbeiteter Metalle wäre es interessant die Schlagversuche mit Körpern von bestimmter Höhe und Breite auszuführen, welche auf Auflagern von gleicherweise bestimmter Form und Stützweite liegen, und bei gleicher Fallhöhe und gleichem Bärgewicht dieselbe Masse der Schabotte zu benutzen.

Es scheint, daß man die auf der untenstehenden Tafel für die Probestücke gegebenen Daten als zweckmäßig und häufig vorkommend ansehen kann.

Tafel A.

Material	Seitenlänge des quadrat. Querschnitts m	Länge des Probekörpers m	Stützweite m	Fallhöhe: Gleichbleibende Fallhöhe	Fallhöhe: Wechselnde Fallhöhe m
Gußeisen	0,04	0,20	0,16	Nach der Natur des Materials wechselnd	0,25; 0,30; 0,32; 0,34; 0,36 u. s. w.
Gußstahl	0,03	0,20	0,16		
Bronze oder Messing . . .	0,03	0,20	0,16		
Große Stahlstücke in Barren	0,03	0,20	0,16	desgl.	Durch spätere Versuche festzustellen.
Große Eisenstücke in Barren	0,03	0,20	0,16		

9. Die Konstruktion des Bären ist derart, daß seine Finne durch einen nach unten schräg zulaufenden und an der unteren Kante abgerundeten Theil gebildet wird; die untere Kante muß horizontal und in der Ebene der Führung liegen. Die Seitenflächen der Finne bilden einen Winkel von 90°, der Abrundungshalbmesser wird sich nach der folgenden Tabelle ergeben:

Tafel B.

Material	Bärgewicht kg	Halbmesser der Abrundung der Finne cm
Gußeisen	12	5
Gußstahl	18	3
Bronze oder Messing	18	3
Große Stahlbarren	50	3
Große Eisenbarren	50	3

Die Finne kann abnehmbar gemacht sein, muß aber dann mit dem Hammerkörper sehr solide verbunden sein.

Die Auflager sollen fest mit der Schabotte verbunden, ihre Schneiden parallel zur Führungsebene und horizontal sein.

Die Seitenflächen der Auflagerschneiden sollen unter sich einen Winkel von 45° bilden und nach 2 mm Halbmesser abgerundet sein.

10. Das Versuchsstück soll senkrecht zu den Schneiden gelegt werden, und seine horizontale Axe soll die vertikale Bäraxe schneiden.

11. Je nach dem Verwendungszwecke des Stückes (je nachdem die im Betriebe auftretenden Stöße das Stück äußerlich beschädigen oder nicht) kann man mit oder ohne auf die Probe aufgesetztem Sattel arbeiten, doch ist dies jedenfalls zu erwähnen.

12. Für den Fall, daß die Proben zu kurz sind, um sie auf zwei Stützen auflegen zu können, kann man sie auch einseitig, aber dann sehr solide, in einer Einspannvorrichtung befestigen, welche gestattet, daß der vorstehende Theil der Probe, welcher den Schlag aufnehmen soll, nach jedem Schlage wieder horizontal gestellt werden kann.

Versuche durch Schlagen auf den frei aufgehängten Körper, sei es mit einem schwingenden Bären, sei es durch Fallenlassen der Proben, um Sprünge oder Sprödigkeit festzustellen, sind einfacher Art, und benöthigen keiner besonderen Vorschriften.

b) Untersuchung durch Erzeugung von Eindrücken auf der Oberfläche durch Schläge.

1. Bei der Wahl des Bärgewichts und der Fallhöhe kann dem Beobachter alle Freiheit gewahrt bleiben; es ist die Fallhöhe so zu wählen, daß kein Prellschlag auftritt.

2. Die Form der Schneide kann beliebig sein, wenn sich nur ihr Inhalt als Funktion einer Abmessung der Schneide ergiebt; man vermeide gekrümmte Schneiden. Am besten sind sehr stumpfwinklige Schneiden, da sie Eindrücke erzeugen, deren Basis im Verhältniß zur Tiefe groß, also genauer meßbar ist, und da sie sich nicht so leicht anstauchen.

3. Die Schneide ist, um jeden Verlust an lebendiger Kraft zu vermeiden, sehr fest mit dem Fallbären zu verbinden.

4. Der Eindruck soll von länglicher Form sein und so lang als thunlich, um Ablesungsfehler auf ein geringes Maß zurückzuführen; die Ablesung kann auf $^1/_{10}$ mm gemacht werden; die Schlaghöhe wächst mit dem Materialwiderstand.

5. Das Probestück soll mit dem Ambos durch Klauen oder Schrauben verbunden sein; die obere Fläche soll horizontal und sorgfältig polirt sein.

Die Schneide darf beim Schlag sich weder deformiren noch ausbrechen.

6. Da das Verhältniß der Schlagarbeit zum Volumen des Eindruckes das einzige von den verschiedenen sonstigen Versuchsumständen unabhängige Ergebniß ist, so muß man diese beiden zwecks späterer Vergleichung berechnen und notiren.

7. Die Kommission wünscht derartige Versuche nicht nur mit Schlagwirkung, sondern auch noch mit allmählich steigender Kraftwirkung ausgeführt zu sehen.

c) Durchschlagversuch.

Der Beschießungsversuch ist der einzige praktisch ausgeführte Versuch von dieser Art.

Derselbe ist schon vielfach studirt worden in Richtung auf Kaliber, Gewicht und Geschwindigkeit der Geschosse im Verhältniß zur Stärke der zu durchschlagenden Platten. Es wäre zu wünschen, daß man gleicherweise den Einfluß der Oberflächenhärte des Plattenmaterials und der Härte innen feststellt und daß man untersucht, ob zwischen der Festigkeit gegen Durchschlagen und derjenigen Festigkeit, welche durch die bisher besprochenen Versuche mit herausgeschnittenen Probestücken erläutert wird, irgend ein Verhältniß besteht. Die Kommission äußert den Wunsch, daß in dieser Hinsicht die Versuche fortgesetzt werden.

C. Prüfung der Härte und Brüchigkeit.

a) Vorschläge zur Definition und für Methoden der Messung.

Die genaue Definition der Härte, Brüchigkeit und des plastischen Verhaltens ist eine Frage der technischen Terminologie, deren Studium einer späteren Sitzungsperiode vorbehalten

ist. Abgesehen von diesem theoretischen Studium ist es von Interesse, gewisse praktische Versuche auszuführen, um die Härte durch Ritzen (striage), den Widerstand gegen Abnutzung durch die Reibung, die Brüchigkeit nach dem Härten und den Widerstand gegen Aufreißen (fissilité) zu erkennen.

b) Härteprüfung durch Ritzen und Abnutzungsversuche.

1. Die Kommission hält die Härtemessungen für wichtig als Aufschluß gebend über die Eigenschaften der Metalle, besonders des harten Stahles.

2. Die Abnutzungsversuche sind noch nicht allgemein in die Praxis eingedrungen; indessen wäre es zweckmäßig, den Widerstand gegen Abnutzung durch geeignete Versuche zu messen und die Beziehung der Abnutzungsfähigkeit zur Härte zu untersuchen. Die Kommission hält es für angezeigt, die bisher gemachten Versuche fortzusetzen und zu ergänzen.

c) Biegeversuche mit kaltgelochten oder eingekerbten Materialien.

1. Die wissenschaftliche Prüfung der Brüchigkeit nach dem Bearbeiten und des Widerstandes gegen Aufreißen ist getrennt durchzuführen, um die zwischen beiden bestehenden Beziehungen ermitteln zu können.

2. Man kann die Brüchigkeit studiren, indem man Probestücke dem Biegeversuche unterwirft, deren äußere Fasern durch Bearbeitung hart gemacht sind, aber keine Risse zeigen.

3. Man kann den Widerstand gegen Aufreißen prüfen, indem man Probestücke dem Biegeversuche unterzieht, deren äußere Fasern in möglichst scharfem Winkel (soweit dies praktisch und mit gleicher Wirkung möglich ist) eingeschnitten sind.

Man muß aber die Art, die Tiefe und Form des Einschnittes genau notiren, den größten Biegungswinkel, den inneren Biegungsradius, das Gewicht des benutzten Fallbären und die Fallhöhe feststellen.

4. Als praktischer Versuch mit Materialien, welche bei der Bearbeitung gelocht werden, ist der Biegeversuch mit gelochten Stücken zu bezeichnen.

Man vollzieht die Lochung unter den beim einfachen Lochversuche angegebenen Bedingungen und unterwirft dann das Probestück der Biegeprobe, sei es von Hand, sei es mit der Maschine.

5. Für den Versuch von Hand geht man so vor, daß man die Probe in einen Schraubstock spannt und zwar 10 mm vom Lochrand entfernt, und nun das freie Ende mit kräftigen Hammerschlägen umbiegt. Der Biegewinkel beim Erscheinen von bemerkenswerthen Anrissen (bei z. B. $^1/_2$ mm Oeffnung) giebt dann ein Maß für die Qualität des Materiales.

6. Man muß dabei darauf Rücksicht nehmen, ob der beim Lochen entstandene Grat innen oder außen gelegen hat.

7. Wenn man etwa unter anderen Versuchsbedingungen arbeitet, so ist dies niederzuschreiben.

8. Man kann gleicherweise vorbereitete Proben dem Zugversuche unterwerfen und die Eigenschaften des Materials aus Zugfestigkeit und Dehnung bestimmen.

D. Kaltschmiedeproben.

Aufweiteproben über einen Dorn.

Prüfung von gebohrten oder gelochten Stücken.

1. Der Versuch durch Aufweiten über einen Dorn bei gebohrten oder gelochten Proben giebt interessante Aufschlüsse über den Widerstand von Metallen gegen Aufreißen; er ist so weit als möglich zu vereinheitlichen.

2. Der zur Prüfung von Probestücken zu verwendende Dorn soll im Verhältniß von 1 : 10 konisch sein (1 mm im Durchmesser auf 10 mm Höhe).

3. Der Versuch wird gewöhnlich entweder mit dem Hammer oder auf der Presse ohne Messung der aufgewendeten Kraft durchgeführt. Es wäre interessant, diese Messungen zu machen, wenn auch nur zur allgemeinen Aufklärung.

4. Es ist unerläßlich zu wissen, ob das Loch mittels Zapfenbohrer, durch einfaches Bohren oder durch Lochen hergestellt ist.

E. Versuche an verschiedenartigen fertigen Stücken.

1. Der Aufdornversuch wird auch an gewissen fertigen Stücken gemacht, wie an den Verstärkungsringen für Geschützrohre und den Radnaben; die bei dieser Prüfungsart gewonnenen Ergebnisse scheinen jedoch bisher keine genügende Unterlage zu ihrer Vereinheitlichung zu geben.

Es sind immerhin anzugeben: Die Konizität des Dorns, die Zahl der Schläge sowie das Gewicht des Bären oder die Belastung des Dorns durch die Presse, die erzielte Aufweitung u. s. w.

2. Man kann andererseits diesen Versuch benutzen, um den Widerstand der kupfernen Stehbolzen an Feuerbüchsen gegen Aufreißen zu prüfen, indem man in ein vorher vorhandenes Loch von 6 mm Durchmesser einen kegelförmigen Dorn von 60° Kegelwinkel treibt und die dabei auftretenden Risse notirt.

3. Der Kalttreibversuch (emboutissage) giebt interessante Aufschlüsse über die Dehnbarkeit der Bleche und er soll, soweit thunlich, einheitlich ausgeführt werden.

Die Ausführung von Hand hängt zum großen Theil von der Geschicklichkeit des Arbeiters ab und es sind daher nur solche Proben vergleichbar, welche von ein und demselben Arbeiter gemacht werden.

Vorzuziehen ist die Ausführung auf der Maschine, besonders auf der hydraulischen Presse, welche die gleichmäßigste und sicherste Wirkung hat.

Man benutzt zweckmäßig einheitliche Anstellvorrichtungen, um eine Vergleichung zu ermöglichen.

4. Bei Eisen und ähnlichen Metallen benutzt man Gesenke von 20 cm Durchmesser bei 3 mm Blechdicke und von 30 cm Durchmesser bei dickeren Blechen; bei weichen Blechen, wie Kupfer u. s. w., benutzt man gleichmäßig Gesenke von 20 cm Durchmesser; im Abweichungsfalle sind die Maße aufzuschreiben.

5. Die Dehnbarkeit wird gemessen durch die Größe der erreichten Durchbiegung beim Eintreten von Rissen.

6. Es ist zweckmäßig, die hydraulische Presse mit einem Manometer zu versehen, welches die aufgewendete Belastung angiebt.

Ausbreitungs- und Stauchversuch.

1. Für diesen Versuch, welcher interessante Aufschlüsse über die Dehnbarkeit der Metalle giebt, muß man alle Einzelheiten notiren, da es noch nicht gelungen ist, ein einheitliches Verfahren zu finden.

2. Für die Prüfung von zu Nieten zu verarbeitendem Schweißeisen kann man Cylinder von einer Höhe gleich dem Durchmesser verwenden und sie mit dem Hammer stauchen. Man notirt die Resthöhe beim Eintreten von Zerstörung und giebt außerdem stets an, ob der Versuch vor oder nach dem Härten gemacht wurde.

3. Bei Ausbreiteversuchen mit dem Hammer an flachen Stücken, z. B. bei weichen Metallen, notirt man das Verhältniß der größten Oberfläche vor und nach dem Versuch, sowie das Verhältniß der Dicke vor und nach dem Versuche bei gleichmäßig dicken Platten.

F. Warmproben mit Stahl und Eisen.

Einfache Biegeprobe.

1. Der Normalversuch soll in einer Hitze ausgeführt werden.

2. Blechabschnitte sollen 250 mm Länge und 40 mm Breite haben; sie werden bis auf einen inneren Halbmesser gleich der Blechdicke zusammengefaltet.

Man führt ein oder mehrere Biegungen in entgegengesetztem Sinne um den gleichen Winkel, oder Hin- und Herbiegeversuche mit dem einseitig eingespannten Stück aus.

3. Bei Winkeleisen erstreckt sich der Versuch, sei es, daß die Schenkel nach innen oder nach außen zu liegen kommen, auf 100 mm Länge. Man führt eine einzige Biegung oder mehrere in entgegengesetztem Sinn um den gleichen Winkel gegen die ursprüngliche Lage aus.

4. Bei Profileisen geht der Versuch in gleicher Weise vor sich, zuweilen nachdem man zur Erleichterung einfache Winkel abgeschnitten hat.

Biegung um einen Dorn.

Um soweit als möglich vergleichbare Ergebnisse zu gewinnen, kann man für die Versuche mit Flacheisen folgende Bestimmungen treffen: Aus Blechen biegt man eine Hülse, deren Höhe gleich der 25fachen Blechdicke ist.

Aus Winkel- und Profileisen biegt man eine ganz oder halb runde Hülse derart, daß ein Schenkel in seiner ursprünglichen Ebene bleibt.

Kalottenprobe.

1. Der Versuch geschieht möglichst unter der Presse und ebenso wie dieselbe Prüfung bei gewöhnlichen Wärmegraden.

2. Die Qualität des Metalles wird erwiesen durch die Größe der Durchbiegung in Gesenken von gleicher Beschaffenheit wie beim Versuch bei Zimmerwärme.

G. Prüfung der Haken.

1. Man prüft diese allgemein, indem man aus dem zu den Haken bestimmten Material Stücke nimmt, aus denen man Rundstäbe von 20 mm bei Eisen und von 16 mm Dicke bei Stahl schmieden kann.

2. Diese Proben werden bei bestimmten Wärmegraden in einer Hitze gemacht.

3. Die Biegung erfolgt um 90 °.

H. Untersuchung durch Aufdornen.

1. Für die Aufdornversuche wird Rundeisen auf eine Dicke gleich einem Drittel des ursprünglichen Durchmessers ausgebreitet.

2. Einmaliges Aufdornen wird in einer Hitze ausgeführt.

3. Beim zweimaligen Aufdornen beträgt die Entfernung der Lochmittelpunkte ein Drittel der Barrenbreite, wenn die Löcher querüber nebeneinander, und ein Drittel der Barrenbreite plus 10 mm, wenn sie längs nebeneinander stehen.

Der Versuch wird in ein oder zwei Hitzen ausgeführt, je nachdem die Eisendicke kleiner oder größer als 60 mm ist.

Man kann auf eine Hitze mehr rechnen, wenn das Aufdornen von einem Biegeversuch gefolgt wird.

J. Untersuchung durch Abbiegen der durch einen Schlitz getrennten Theile von einander (rabattement).

1. Der Versuch wird in einer Hitze ausgeführt.

2. Bei Rundeisen, Quadrat- oder Flacheisen hat der Schlitz eine Länge gleich dem anderthalbfachen Durchmesser oder der anderthalbfachen Breite des Eisens. Er wird nicht durch ein Loch begrenzt.

3. Profileisen erhält einen Schlitz von einer Länge gleich der dreifachen Höhe des Profils; der Schlitz wird kalt hergestellt und durch ein kalt gebohrtes Loch begrenzt.

K. Prüfung durch Ausziehen und Ausstrecken.

Die Kommission erinnert nur an diese Versuche, welche noch wenig gebräuchlich sind.

L. Untersuchung der Schweißbarkeit.

1. Die Prüfung der geschweißten Stücke erfolgt auf drei Arten: durch Zug, Aufdornen und Biegen.

2. Beim Zugversuch liege die Schweißstelle soviel als möglich in der Mitte der Gebrauchslänge.

3. Beim Aufdornen wird das Loch in der Schweißebene eingeschlagen, nachdem man das Stück auf quadratischen Querschnitt ausgeschmiedet hat; der Lochdurchmesser sei gleich der Dicke der ausgeschmiedeten Probe an der Schweißstelle.

4. Beim Biegeversuch erfolgt die Biegung kalt parallel zur Schweißebene bei den nicht gelochten Stücken und senkrecht zur Schweißungsebene bei den vorher wie oben angegeben gelochten Stücken.

M. Besondere Versuche mit fertigen Stücken.

Untersuchung von Metalldrähten.

Zugversuche.

1. Die Länge der Proben ist so zu wählen, daß die Gebrauchslänge zwischen den Einspannungen etwas über 1 m beträgt.

2. Die Körnermarken werden auf genau 1 m Entfernung angebracht.

3. Man soll nur gut gerade gerichtete Stücke verwenden. Die Anfangslast soll so klein als möglich und im Uebrigen bei den Ergebnissen bemerkt sein.

4. Der in seiner Zeitdauer je nach dem Material und dem Querschnitt des Drahtes wechselnde Versuch soll ohne Stöße und allzurasche Kraftsteigerung und möglichst ohne Erhitzung des Materiales ausgeführt werden.

5. Der Zugversuch wird meist bei 10 bis 30° ausgeführt werden; sonst ist der Wärmegrad aufzuschreiben; dies gilt übrigens auch von den Biege- und Drehversuchen.

6. Der Versuch gilt als unbrauchbar, wenn der Bruch außerhalb der Marken oder auf 10 mm innerhalb daneben erfolgt.

Biegeversuch.

1. Der Biegeversuch erfolgt unter folgenden Bedingungen:

a) Ein gerades Stück des Drahtes wird in ein Schraubstockmaul gespannt, dessen Backen mit einem Halbmesser gleich dem vierfachen Drahthalbmesser abgerundet sind.

b) Die erste Biegung entsprechend einem Winkel von 90° bewirkt man, indem man den Draht in Berührung mit der Rundung zur Anlage an die eine Backe bringt. Die zweite Biegung erfolgt, indem man den Draht mit einer Bewegung von 180° zur Berührung mit

der zweiten Backe bringt, so daß man den Draht also um 90° aufbiegt und dann noch um 90° nach der anderen Seite umlegt. Die dritte Biegung bringt den Draht wieder an die erste Backe u. s. w.

c) Die Zahl der Biegungen erhält man als Zahl der Berührungen mit den Backen, wenn der Bruch vor der Rückbiegung in die erste Ebene eintritt, oder als Zahl der Berührungen vermindert um eins, wenn der Bruch nach der Rückbiegung eintritt.

d) Die Ausführung auf der Maschine muß derjenigen von Hand vorgezogen werden, da sie größere Garantie für Vergleichbarkeit und Genauigkeit bietet.

2. Die Hin- und Herbiegungen müssen regelmäßig und ohne Aufenthalt bis zum Bruch durchgeführt werden.

3. Man braucht etwa $^1/_2$ Sekunde für die erste Biegung bis zum Anliegen, und eine Sekunde vom Anliegen einerseits zum Anliegen andererseits; das entspricht einer Winkelgeschwindigkeit von 180° in der Sekunde.

4. Das Einspannen des Drahtes muß sorgfältig erfolgen; man verhindere auch das Gleiten durch irgend eine wenigstens 10 mm vom Biegepunkt angebrachte Vorrichtung.

5. Der Zug bei der Biegung sei ungefähr gleich dem zehnten Theil der Bruchfestigkeit des Drahtes.

Biegeversuch durch Zusammenrollen.

1. Auf der Maschine ist der Versuch wegen der größeren Genauigkeit und Vergleichbarkeit besser als von Hand auszuführen.

2. Das Auf- und Abwickeln wird mit einer Winkelgeschwindigkeit von 180° in der Sekunde mit gleichmäßiger Bewegung ausgeführt.

3. Um den Einfluß der Einspannungen auszuschließen, soll sich die Prüfung des Drahtes ausschließlich auf die der ersten folgenden Windungen erstrecken, gleichgültig, ob die erste gebrochen ist oder nicht.

4. Der Durchmesser der Windungen kann, da er mit der Bestimmung, welche der Draht hat, wechselt, nicht vorgeschrieben werden; er ist passender Weise ein Vielfaches der Drahtdicke und ist zu notiren.

5. Die beim Wickeln ausgeübte Zugkraft soll etwa gleich dem zehnten Theil der Zugfestigkeit des Drahtes sein.

6. Die Zahl der Windungen ist stets zehn.

Verdrehungsversuche.

1. Die Gebrauchslänge zwischen den Einspannungen sei 20 cm.

2. Die Geschwindigkeit der Drehung sei 180° in der Sekunde.

3. Der Versuch wird als verfehlt betrachtet, wenn der Bruch näher als 10 mm an den Einspannungen erfolgt.

4. Die Zugspannung betrage beim Versuch $^1/_{10}$ der Zugfestigkeit des Drahtes.

5. Die Kommission wünscht, daß die Frage der Formänderungen beim Drehversuche den Gegenstand fortgesetzter wissenschaftlicher Untersuchungen bilde.

Verschiedenartige Versuche.

Andere Versuche kann man wenigstens vorläufig nicht näher erläutern; es wäre wünschenswerth, daß die Beobachter solche besonderen Prüfungen in Bezug auf Ausführung und Ergebnisse veröffentlichten. Die Kommission wünscht wissenschaftliche Untersuchungen über die Wirkung des Schlages auf Metalldrähte.

Physikalische und chemische Untersuchung.

Hierfür sind die Bemerkungen schon weiter oben gegeben.

Prüfung von Drahtlehren.

Die Kommission wünscht, daß die Frage der Maße und ihrer Abstufungen durch weitere Studien zu einer Vereinheitlichung gebracht werde.

Prüfung der Drahtseile.

Zugversuche.

1. Vor dem Abtrennen vom Kabel sind die beiden Enden des zu entnehmenden Stückes mit einer festen Umwickelung von wenigstens 25 mm Breite gut abzubinden.

2. Die Länge sei so groß, daß das Stück zwischen den Einspannklauen etwas über 1 m beträgt.

3. Die Meßmarken sollen auf genau 1 m liegen.

4. Das zu prüfende Ende soll so gerade als möglich sein; die Anfangsbelastung zum Zweck der Sicherung der Einspannung soll so klein als möglich sein, soll aber bei den Ergebnissen vermerkt werden.

5. Der Versuch, dessen Dauer sich nach der Art des Kabels richtet, soll ohne stoßweise und allzuraſch gesteigerte Belastung und so erfolgen, daß eine Erhitzung des Versuchsstückes vermieden wird.

6. Man berechnet, wie dies bisher gebräuchlich, die Reißlänge.

Es ist jedoch empfehlenswerth, neben der Bruchfestigkeit und dem Gewicht für das laufende Meter auch die Konstruktion des Kabels anzugeben, damit man nöthigenfalls die Berechnung der Spannung auf 1 qmm Querschnitt der einzelnen Drähte vornehmen kann.

7. Die Messung der Formänderung kann sich auf die Messung der Dehnung unter der Höchstlast beschränken.

8. In der Praxis unterwirft man zwar selten das Seil vor dem Bruche einer bleibenden Belastung von geringerer Größe; doch scheint diese Methode ein gewisses Interesse zu bieten, da man so die Zahl der unter dieser Belastung gerissenen Drähte und die Vertheilung der Spannung bestimmen kann. Man beläßt die betreffende Belastung mindestens fünf Minuten auf dem Seil, und ihre Größe soll in einem einfachen Verhältniß zur Höchstlast stehen, z. B. $^8/_{10}$ oder $^9/_{10}$ von dieser betragen.

9. Soweit möglich, wird der Versuch bei 10 bis 30 Grad gemacht; sonst ist der Wärmegrad anzugeben.

Prüfung der Biegsamkeit.

1. Die Biegsamkeit kann geprüft werden, indem
   a) die Zugkraft gemessen wird, durch deren Wirkung ein in seiner Mitte um einen horizontalen Cylinder von gegebenem Durchmesser gefaltetes Seilstück sich so eng anlegt, daß die Enden sich, am inneren Umfang gemessen, nur noch auf 1 mm vom Cylinderumfang kreuzen;
   b) oder indem die Zugkraft am freien Seilende gemessen wird, welche nöthig ist, ein Seil vollständig in Berührung mit dem Umfange eines Cylinders von gegebenem Durchmesser zu bringen.

Die Biegsamkeit wird aus dieser Zugkraft und dem Schleifendurchmesser abgeschätzt.

2. Diese Abschätzung der Biegsamkeit kann lediglich dann verwerthbar sein, wenn man gleichzeitig die Höchstlast und die Seilkonstruktion mit angiebt.

3. Die Biegsamkeit kann gleicherweise angegeben werden durch Biege-, Wickel-, Drehversuche u. s. w., aber diese Arten der Prüfung sind noch wenig gebräuchlich. Die Kommission wünscht, daß Beobachter, welche etwa solche Versuche ausführen oder studiren, die Bedingungen und Ergebnisse derselben bekannt geben.

4. Die Schlagzugversuche sind ebenfalls wenig gebräuchlich, so daß ihre Ausführung schwierig festzulegen ist; aber man sollte diese Versuche fortsetzen.

Ketten.

Versuche bei allmählich steigender Belastung.

Versuche mit Probebelastungen.

1. Die Probebelastung, welcher man Ketten auf ihre ganze Länge unterzieht, ist je nach der Art und den Abmessungen der Kette verschieden groß, sie ist gewöhnlich gleich der doppelten Arbeitslast.

Während der Belastung beobachtet man sorgfältig die einzelnen Glieder und überzeugt sich, daß sie keine Fehler zeigen, welche der Betriebssicherheit schaden könnten; dabei ist die Gesammtverlängerung zu messen.

2. Die Dauer der Belastung betrage wenigstens fünf Minuten.

Belastung bis zum Bruch.

1. Die Länge der Probe sei derartig, daß mindestens zehn freie Glieder vorhanden sind.

2. Bei stärkeren Ketten kann diese Zahl kleiner sein.

3. Das zu prüfende Ende sei so gerade als möglich; die Anfangslast, welche zur Sicherung des Einlegens nöthig ist, sei so klein als möglich; sie muß mit dem Ergebniß berücksichtigt werden.

4. Nöthigenfalls unterstützt man die Kettenglieder zweckentsprechend.

5. Man mißt die Verlängerung der Glieder unter mehreren Belastungen und stellt besonders die Last fest, unter der bleibende Dehnung eintritt.

6. Die Zeitdauer des Versuches ist je nach der Art der Ketten verschieden. Stoßweise wirkende sowie allzurasch steigende Belastungsweise und Erwärmung der Kette muß vermieden werden.

7. Die Prüfung geschieht bei 10 bis 30 °; sonst ist der Wärmegrad zu vermerken.

Schlagzugversuche.

Diese Versuche sind wenig gebräuchlich und sollten den Gegenstand einer eingehenden Studie bilden.

Versuche mit Nieten.

Es ist gut, die Versuche mit Nieten genau festzustellen, damit ein passendes Material und gute Nietung gewährleistet wird.

Dazu sind zwei Versuchsarten anwendbar:

1. Aus den Stangen schneidet man Stücke, welche man zu Nieten mit rohen, nicht bearbeiteten Köpfen ausarbeitet und nietet von Hand oder mechanisch Blechstreifen zusammen, deren gesammte Dicke wenigstens gleich zwei Mal dem Nietdurchmesser ist.

Die Nieten müssen etwa um vier Durchmesser von einander entfernt stehen.

Dann führt man zwischen die Bleche und zwischen zwei Nieten einen Meißel ein, dessen Schneide einen bestimmten Winkel bildet und schlägt nun auf den Meißel, um die Nietung zu zerstören; man rückt so von einem Nietzwischenraum zum anderen vor.

2. Man nietet zwei Stahlstücke mit dem zu prüfenden Niet über Kreuz zusammen. Dann legt man das obere Stück über eine passende Rinne eines geeigneten Amboßes und schlägt mit dem Hammer das untenhängende Stück mittels eines passenden gewölbten Setzhammers ab.

NB. Zu den Laschen ist widerstandsfähiger Stahl zu verwenden.

Versuche mit Rohren.

Versuche mit hydraulischem Druck.

Die Regeln hierüber sind weiter unten angegeben.

Biegeversuche.

Bei diesem Versuche werden die mit Harz gefüllten Röhren bis zu einer bestimmten Durchbiegung gebogen, oder über einen Dorn von bestimmtem Durchmesser gewickelt. Es scheint nicht wohl möglich, die Bedingungen für diese Prüfung genau festzulegen; man soll nur alle auftretenden Umstände auf das Genaueste aufschreiben.

Aufweiten durch einen Dorn.

Zum Zwecke einer späteren Vergleichung ist es interessant alle Umstände sorgfältigst zu vermerken, besonders den Anzug des Dorns, das Gewicht des Hammers, die Zahl der Schläge, die erreichte Aufweitung u. a. m.

Stauch- und Abplattungsversuche.

Die Rohre werden zwecks Feststellung der Zähigkeit oder der Härte des Metalles mit dem Hammer, sowie zur Prüfung der Schweißung bei geschweißten Rohren der Stauchprobe unterworfen oder plattgedrückt. Man kann unmöglich alle die Versuchsbedingungen festlegen, aber man sollte sie mit Sorgfalt niederschreiben.

Umkehrversuche.

Zur Feststellung der Zähigkeit des Materiales wird das Rohr längs einer Mantellinie aufgeschnitten und dann so umgelegt, daß die frühere innere Oberfläche die äußere Fläche des neuen Rohres bildet; eine lediglich vergleichende Prüfung, welche keine einheitlichen Vorschriften gestattet.

Umbördelprobe (rabattement de la collerette).

Die Umbördelprobe bei Eisen-, Stahl-, Kupfer- und Messingrohren dient ebenfalls zur Feststellung der Zähigkeit. An eisernen oder messingenen Siederohren wird der Versuch mit leichten Hammerschlägen auf dem Ambos bewerkstelligt; man kann hierfür höchstens die Flanschdurchmesser für eine bestimmte Rohrweite und Wandstärke als festes Verhältniß hinstellen. Für Heizrohre aus weichem Metall und kupferne Röhren aller Art erscheint es zweckmäßig, die Versuchsbedingungen unabhängig von der Geschicklichkeit des Ausführenden zu wählen; der Flansch von der gewünschten Abmessung wird nämlich mit Hülfe von durch Hammerschlägen vorgeschobenen Dornen in zwei Absätzen hergestellt.

Versuche mit hydraulischem Druck.

Prüfung der Dampferzeugungsapparate.

1. Jeder zu prüfende Apparat muß vollständig mit Wasser gefüllt sein.
2. Die Drucksteigerung soll stetig und ohne Stoß erfolgen.
3. Das Manometer soll unter sicherer Vermeidung von Irrthümern den wahren Druck im Apparate angeben.

4. Die nöthigen Hilfsverrichtungen sollen so vorgerichtet sein, daß sie nicht versagen.

5. Die Oberfläche des Kessels soll gänzlich bloßgelegt werden, damit in allen Theilen die folgenden zwei wichtigen Beobachtungen angestellt werden können:

a) Die erste besteht darin, den Zustand der Verbindungen und der metallischen Oberflächen zu prüfen. Hier macht man die Beobachtungen unter Druck, den man so lange als nöthig hält. Die Prüfung der Oberfläche und der inneren Theile finde, wenn möglich, vor und nach dem Versuch statt.

b) Andere Beobachtungen erstrecken sich auf die beim Versuche auftretenden Formänderungen. Man muß wissen, ob einerseits die Aenderungen unter dem Probedruck genügend klein, symmetrisch und gleichmäßig vertheilt sind und ob andererseits der Apparat nach dem Entlasten auf seine ursprünglichen Abmessungen zurückgeht. Wenn man für diese beiden Messungen nicht bis auf $^1/_{10}$ mm genau mit den bei anderen Prüfungen gebräuchlichen Apparaten arbeiten kann, so soll man wenigstens vergleichsweise an verschiedenen Stellen vor, während und nach dem Versuch an gut angebrachten Körnern eine Reihe von sorgfältigen Beobachtungen machen oder noch besser mit Schablonen arbeiten. Bei ebenen oder schwach gewölbten Platten ist die Ausbauchung zu überwachen.

Es ist übrigens sehr wünschenswerth, daß sich genaue Meßmethoden bei den Konstrukteuren und in den Prüfungsanstalten einbürgern, da sie einen großen Fortschritt in der Konstruktionsweise ermöglichen.

Prüfung von Rohren, Hohlkörpern u. s. w.

Die Prüfung durch hydraulischen Druck bildet eine werthvolle Kontrole des Widerstandes mancher Körper, wie der Rohre, Hohlkörper u. s. w.

Biegeversuche mit ebenen und gewölbten Platten.

Der hydraulische Druck hat schon werthvolle Aufschlüsse über die elastischen Formänderungen der Metalle gegeben. Wünschenswerth sind genaue Versuche, besonders über die Biegung dünner Bleche bei Beanspruchung von einer Seite innerhalb und außerhalb der Periode der elastistischen Formänderungen bei unveränderlich fester oder loser Auflage am Umfang[1]).

Endlich erscheint es interessant, die Eigenschaften von Blechen und besonders Kesselblechen an zu diesem Zwecke von den ganzen Stücken genommenen Platten durch die Durchbiegung auf der hydraulischen Presse zu prüfen. Die Probe erfordert nur einfache Apparate; die Art des Ausschneidens des Probestückes würde keinen Einfluß auf das Ergebniß der Untersuchung haben und es kämen diejenigen Eigenschaften der Bleche zur Geltung, welche in vielen Anwendungsfällen die bestimmenden sind.

---

[1]) Bach, Elasticität und Festigkeit. Berlin, Julius Springer.

B. Beschlüsse der Abtheilung für nichtmetallische Baumaterialien.

Allgemeine Bemerkungen.

Bei der Untersuchung der Bindemittel muß man, obwohl man ja kaum Ergebnisse von mathematischer Genauigkeit verlangen kann, doch mit allen Vorsichtsmaßregeln bei der Ausführung der Prüfung arbeiten, wenn man zu den sowieso unvermeidlichen Irrthümern nicht noch neue hinzufügen will. Diese Vorsichtsmaßregeln sind bekannt.

In dem Bericht der Abtheilung ist eine vollständige Beschreibung einer Reihe von Apparaten gegeben worden und für andere haben wir die besonderen Bedingungen festgelegt, welche sie in Hinsicht auf den zu erreichenden Zweck erfüllen sollen. Man wird betreffs der letzteren allgemein denjenigen Instrumenten den Vorzug geben, welche am einfachsten, am leichtesten zu unterhalten und am bequemsten richtig zu stellen sind. Uebrigens ist es unerläßlich, diese Richtigstellung bei allen ohne Ausnahme vor ihrer Ingebrauchnahme vorzunehmen und sie in der Folge bei allen den Apparaten zu wiederholen, welche, wie die Siebe und Formen, mit der Zeit sich abnutzen, oder welche, wie die Waagen und gewisse Prüfungsmaschinen, der Zerstörung oder der Aenderung ausgesetzte Theile besitzen.

Was die Probenentnahme anlangt, so darf man nicht aus dem Auge verlieren, daß die Bindemittel durch den Einfluß der Feuchtigkeit und der Kohlensäure der Luft in ihren Haupteigenschaften Veränderungen erleiden, ja manche sich sogar sehr bedeutend ändern können. Die Maßregeln, welche man ergreifen muß, um sich möglichst vor den aus einer falschen Entnahme herrührenden Irrthümern zu schützen, hängen offenbar vom Zweck der Prüfung ab und wechseln, je nachdem es sich zum Beispiel um die Feststellung der Eigenschaften des in einer Fabrik erzeugten Cementes oder um die Abnahme einer Cementlieferung unter bestimmten Bedingungen handelt. Demgemäß kann eine allgemeine Vorschrift nicht gegeben werden.

Prüfung der Cemente.

Feinheit der Mahlung.

Die Abtheilung schlägt zur Bestimmung der Feinheit der Cemente die Annahme folgender Normen vor:

a) Die Probe wird mit Hülfe von drei Sieben mit quadratischen Maschen von folgenden Größen in 4 Theile geschieden:

1. Ein Sieb von 324 Maschen auf 1 qcm bei 18 Drähten von 0,20 mm Durchmesser auf 1 cm Länge.
2. Ein Sieb von 900 Maschen auf 1 qcm bei 30 Drähten von 0,15 mm Durchmesser auf 1 cm Länge.
3. Ein Sieb von 4900 Maschen auf 1 qcm bei 70 Drähten von 0,05 mm Durchmesser auf 1 cm Länge.

b) Die zum Absieben bestimmte Menge soll 100 g betragen.

c) Das Absieben von Hand soll als vollendet angesehen werden, sobald bei 25 Rüttelbewegungen kein Material mehr durch das Sieb läuft.

d) Die Anwendung einer Rüttelmaschine zur raschen Abtrennung des größten Theiles der feinsten Mahlung ist empfehlenswerth.

e) Gleicherweise wird die Anwendung der Maschine für den Siebprozeß empfohlen aber eine Vorschrift kann darüber nicht eher gegeben werden, als bis die von einer Rüttelvorrichtung zu erfüllenden Bedingungen genau bestimmt sind.

f) Das Ergebniß des Versuches wird ausgedrückt, indem man die Rückstände für jedes Sieb notirt.

Spezifisches Gewicht.

Wenn es sich um eine absolute Eigenschaft der Cemente handelt, glaubt die Abtheilung keinen Apparat zu Ungunsten anderer empfehlen zu sollen und beschränkt sich auf die folgenden allgemein anwendbaren Regeln für den Gebrauch der Raummesser:

a) Um das spezifische Gewicht der Cemente zu bestimmen, kann man eine der thatsächlich seither gebräuchlichen Methoden anwenden, vorausgesetzt, daß diese die Bestimmung des spezifischen Gewichtes bis auf eine Dezimale genau und mit einer Annäherung von 2 Einheiten in der zweiten Stelle gestatten.

b) Die bei der Ausführung des Versuches zu beachtenden Vorsichtsmaßregeln sind folgende:

1. Man vergewissere sich, daß der Cement vollständig pulverisirt ist; die auf dem 900-Maschensieb zurückgebliebenen, sowie die durch Feuchtigkeit klumpigen Theile müssen, nachdem sie gepulvert sind und das Sieb passirt haben, innig mit dem Rest der zu dem Versuch benutzten Probe gemischt werden.

2. Die zu benutzende Flüssigkeit soll Benzin oder Petroleum sein.

3. Die Wärme muß während des Versuches die gleiche bleiben und darf nicht höher als 15° sein.

Prüfung der scheinbaren Dichte (Raumgewicht).

Die Abtheilung empfiehlt die Annahme der folgenden Regeln:

a) Das Raumgewicht eines Cementes wird bestimmt, indem man das Gewicht einer in ein cylindrisches Gefäß von 1 l Inhalt und 10 cm Höhe durch ein Trichtersieb eingefüllten Menge bestimmt.

b) Dies Trichtersieb besteht aus einem verticalen Trichter, dessen runde Oeffnung unten 2 cm Durchmesser und 15 cm über dieser 15 cm Durchmesser hat; in der Höhe von 15 cm ist ein durchlöchertes Blech mit 1050 Löchern von 2 mm Durchmesser auf 1 qdcm angebracht; der Trichter ist verlängert durch einen cylindrischen Ansatz von 2 cm Durchmesser und 10 cm Höhe. Der Apparat wird durch ein Dreifußgestell gehalten.

c) Man stellt zuerst das Gefäß zum Abmessen mit seinem oberen Rand 5 cm von der Unterkante des Trichters entfernt auf, füllt den Cement in kleinen Parthien von 300 bis 500 g in den Trichter und rührt ihn mit einem hölzernen Spatel von 4 cm Breite durch das Sieb. Das Einfüllen ist vollendet, wenn die Basis des sich beim Aufschütten bildenden Kegels den oberen Rand des Meßgefäßes erreicht hat. Der überflüssige Cement wird mit einem genau geraden vertikal gehaltenen Lineal abgestrichen. Bei dem ganzen Vorgang soll das Meßgefäß weder erschüttert noch angestoßen werden.

d) Man nimmt das Gewicht eines Liters als Mittel aus 5 solchen nach einander gemachten Versuchen.

e) Am besten ist es, diesen Versuch mit dem Cement im Anlieferungszustand und in der feinsten Mahlung, welche durch ein 4900-Maschensieb gegangen ist, anzustellen. Auf alle Fälle vermerkt man gleichzeitig mit dem Raumgewicht die Feinheit der Mahlung.

Chemische Analyse.

Die Beschlüsse, welche die Kommission in Bezug auf die chemische Analyse in Vorschlag bringt, beschränken sich auf die folgenden:

a) Dem Beobachter ist in Bezug auf die Wahl der Methoden zur Bestimmung der Zusammensetzung der Cemente Freiheit zu lassen.

b) Die vollständige Analyse wird empfohlen. Alle gefundenen Elemente sind ohne Gruppirung in das Protokoll über die Untersuchung aufzunehmen.

c) Fehlt die vollständige Analyse, so kann die Bestimmung der flüchtigen Elemente nützliche Aufschlüsse gewähren.

Untersuchung der Gleichmäßigkeit.

Die Vortheile, welche man aus der Vergrößerung ziehen kann, um die Cemente auf ihre Gleichmäßigkeit zu untersuchen, haben die Kommission zu den folgenden Beschlüssen geführt:

a) Die Lupe kann zweckmäßiger Weise angewandt werden, um Angaben über den Grad der Gleichmäßigkeit der Cemente zu liefern.

b) Es ist gut, die Untersuchung auf die feinste Mahlung, welche das 4900-Maschensieb passirt hat, auszudehnen, indem man zuerst eine dreifache und dann für die Einzelprüfung eine achtfache lineare Vergrößerung anwendet.

Ergiebt die Prüfung die Anwesenheit von augenscheinlich fremden Beimengungen, so stellt man deren Natur durch irgend ein zur Erkennung der Substanz geeignetes Mittel fest.

Herstellung der Normal-Cement- und Mörtel-Proben.

Die Kommission schlägt vor, die Cement- und Mörtelproben für die Normalversuche wie folgt zu bestimmen:

Normalcement.

A. a) Zur Herstellung der Normalcementproben häuft man 1 kg Cement auf einer Marmorplatte auf und bringt in eine inmitten oben befindliche Höhlung das nöthige Wasser mit einem Male auf. (Die Wassermenge muß durch schrittweises Probiren ermittelt werden.)

Je nach der Natur der Versuche kann dies Trink- oder Meerwasser sein.

Die Masse wird 5 Minuten, vom Aufbringen des Wassers an gerechnet, stark mit einem Spatel gemischt.

b) Mit einem Theile der so erhaltenen Masse füllt man sofort eine metallene konische Form mit ebenem Boden, welche unten 8 cm Durchmesser, oben 9 cm Durchmesser und 4 cm Höhe hat; man glättet die obere Fläche, indem man mit dem Spatel über den oberen Rand der Form hinwegstreicht und jede Eindrückung und Erschütterung vermeidet.

c) Auf die Mitte der so geformten Masse läßt man senkrecht zur Oberfläche derselben mit der nöthigen Vorsicht und ohne Stoß eine cylindrische, reine und trockene Sonde von 1 cm Durchmesser und 300 g Gewicht aus polirtem Metall von ebenem und rechtwinklig begrenztem Querschnitt herunter. Der „Widerstandssonde" genannte Apparat muß so gebaut sein, daß er genau die Höhe des zwischen der Sondenplatte und dem Boden der Form stehenden Breies anzeigt.

Man macht nie zwei Versuche mit einem Kuchen.

d) Als normal betrachtet man einen Brei, bei dem die Dicke des Kuchens zwischen dem Boden der Form und der unteren Fläche der Sonde in dem Moment, wo die Sonde aufhört unter ihrem eignen Gewicht zu sinken, 6 mm beträgt.

B. Für raschbindende Cemente betrage die zu verarbeitende Menge nur 500 g und die Dauer des Anmachens 1 Minute.

Normalmörtel.

A. a) Zur Herstellung des Normalmörtels benutzt man natürlichen, vom Strande von Leukadia (Aude) stammenden, passend gesiebten Sand, „Normalsand". Man wendet je nach dem Zweck, wie es unten auseinandergesetzt wird, den „einfachen" oder den „gemischten" Normalsand an.

b) Der einfache Normalsand besitzt Körner, welche durch ein gelochtes Blech mit Löchern von 1,5 mm Durchmesser durchgehen und auf einem Sieb mit 1 mm-Löchern liegen bleiben.

c) Der gemischte Normalsand wird aus gleichen Gewichtstheilen der 3 folgenden Sandsorten zusammengesetzt:

1. Die Körner passiren ein 2 mm-Löchersieb und bleiben auf einem 1,5 mm-Löchersieb liegen.
2. Die Körner passiren ein 1,5 mm-Löchersieb und bleiben auf einem Sieb mit 1 mm-Löchern liegen.
3. Die Körner gehen durch ein 1 mm-Löchersieb und bleiben auf einem 0,5 mm-Löchersieb liegen.

B. a) Für alle Versuche zur Bestimmung der Bruchfestigkeit bedient man sich des trockenen Normalmörtels (mortier normal sec), sonst des plastischen Normalmörtels (mortier normal plastique).

b) Die Normalmörtel bestehen aus 1 Gewichtstheil Cement und 3 Gewichtstheilen Sand und werden je nach der Natur der Versuche mit gewöhnlichem oder mit Meerwasser angemacht. Man mischt 250 g Cement und 750 g Sand trocken auf einer marmornen Platte innig zu einem Haufen, bringt obenauf in eine Höhlung mit einem Male die nöthige Menge Wasser und mengt 5 Minuten mit dem Spatel.

c) Zur Herstellung des trockenen Normalmörtels bedient man sich des einfachen Normalsandes und verwendet zum Anmachen 45 g Wasser und noch den sechsten Theil der zur Herstellung der Normalcementprobe aus 1 kg Cement nöthigen Wassermenge.

d) Zur Bereitung des plastischen Normalmörtels bedient man sich des gemischten Normalsandes. Die Wassermenge sei gerade so groß, um eine plastische Masse zu erhalten. Zur Bestimmung dieser Beschaffenheit füllt man mit einem Theil der Masse die oben beschriebene Form, deren oberen Rand man mit dem Spatel abstreicht; die Beschaffenheit ist die richtige, wenn der Mörtel nach dem Abstreichen unter leichten Spatelschlägen gegen die Seiten der Form Wasser abscheidet.

C. Bei schnellbindenden Cementen mischt man nur 500 g und nur eine Minute lang.

D. Für außernormale Versuche wendet man vorzugsweise entweder 1 Gewichtstheil Cement und 2 Theile Sand (fette Mischung) oder 1 Theil Cement und 5 Theile Sand (magere Mischung) an. Ist P das zur Erzielung eines normalen Cementbreies aus 1 kg Cement erforderliche Wasser, so ist wahrscheinlich 45 g + $^2/_9$ P das Gewicht des zur Herstellung des trockenen Mörtels der Mischung 1 : 2 erforderliche Wasser und 45 g + $^1/_9$ P das Gewicht des Wassers, welches zur Herstellung des Mörtels 1 : 5 nöthig ist, wobei immer der einfache Normalsand benutzt wird. Die erstere Mischung ist praktisch, um die mit Normalmörtel 1 : 3 gewonnenen Ergebnisse bei schnellbindenden Cementen zu vervollständigen.

Die Kommission wünscht nach einer internationalen Verständigung die Anwendung eines plastischen Mörtels für alle Versuche bei Ausschluß des trockenen Normalmörtels.

Abbindeversuche.

Unter Vorbehalt der unten gegebenen Wünsche schlägt die Kommission die Annahme der folgenden Regeln bei der Bestimmung der Abbindeverhältnisse von Cement- und Mörtelproben vor:

A. a) Die Untersuchung der Abbindeverhältnisse der Cementproben erstreckt sich auf die Bestimmung des Beginns und der Beendigung des Abbindens.

b) Im Augenblick des Anmachens soll die Wärme des Cementes, des Wassers und der Luft zwischen 15 und 18° liegen.

Unmittelbar nachher wird der Brei unter den oben angegebenen Vorsichtsmaßregeln in eine der ebendort beschriebenen ähnliche Form eingefüllt und abgestrichen und in einen Kasten mit Wasser von 15° gebracht, aus dem die Form nur während eines Versuches herausgenommen wird.

c) Man wendet zu den Versuchen eine metallene Nadel, die Vicatsche Nadel, an, welche cylindrisch, glatt, rein und trocken ist und deren untere ebene rechtwinklig stehende Fläche 1 qmm (1,13 mm Durchmesser) hält. Das Gewicht der Nadel ist 300 g.

Der Beginn des Abbindens liegt da, wo die senkrecht zur Oberfläche und ohne Stoß vorsichtig niedergesenkte Nadel nicht mehr bis auf den Grund der Form einsinkt. Das Abbinden ist vollendet, wenn die Nadel nicht mehr bemerkbar eindringt. Die betreffenden Zeitbestimmungen gehen von dem Moment des Aufbringens des Wassers auf den Cement aus.

d) Für den Fall, daß man das Abbinden in der Luft bestimmen will, verfährt man, wie soeben angegeben; nur beläßt man die Form in freier Luft bei 15 bis 18°; man trägt Sorge, das Wasser zu entfernen, welches etwa an der Oberfläche der Probe austritt.

B. Der Normalabbindeversuch erstreckt sich auf den Normalcementbrei, welcher, wie oben unter A. b) angegeben unter Wasser aufbewahrt wird.

1. a) Die Abbindeversuche mit Cementmörteln bezwecken die Bestimmung der Beendigung des Abbindens.

b) Im Augenblick des Anmachens soll die Wärme von Cement, Sand, Wasser und umgebender Luft 15° sein.

Unmittelbar nach der Herstellung wird der Mörtel in die oben beschriebene Dose gefüllt, abgestrichen, geglättet und die Dose unter Wasser gebracht, dessen Wärme zwischen 15 und 18° gehalten wird. Sie wird nur während der zur Anstellung der Versuche nöthigen Zeit herausgenommen.

c) Bei der Bestimmung des Abbindens in freier Luft geht man in gleicher Weise wie oben vor, nur läßt man in Luft von 15 bis 18° erhärten.

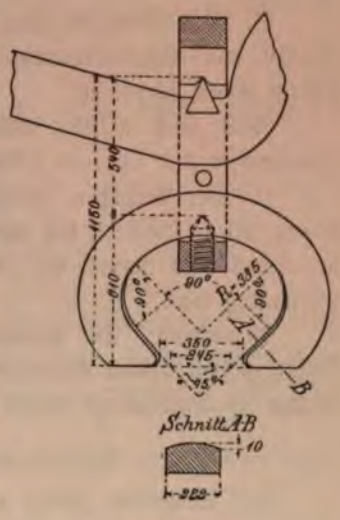
d) Das Abbinden ist beendigt, wenn die Nadel keinen Eindruck mehr hervorbringt. Die Dauer des Abbindens wird vom Aufbringen des Anmachewassers an gerechnet.

2. a) Der Normalversuch mit Cementmörtel erstreckt sich auf den plastischen, wie oben angegeben unter Wasser aufbewahrten Normalmörtel.

b) Das Abbinden ist beendet, wenn die mit 5 kg beschwerte, senkrecht zur Oberfläche vorsichtig und ohne Beschleunigung herabgelassene Nadel keinen Eindruck hinterläßt.

Wünsche der Kommission: a) Die aufgestellten Regeln werden auf schnell und auf langsam abbindende Cemente angewandt. Bei dem schnellbindenden Cement kann das

f) Der Zugapparat soll derart gebaut sein, daß der auf die Probe ausgeübte Zug allmählich und um 5 kg in der Sekunde steigt. Die Art und Weise des Angriffes der Klauen ist aus nebenstehender Skizze[1]) zu ersehen, welche die thatsächlich im Gebrauch befindliche Form darstellt.



g) Die Proben werden nach 7 Tagen, 28 Tagen, 3 Monaten, 6 Monaten, nach 1, 2 Jahren u. s. w., vom Anmachen an gerechnet, zerrissen. Im übrigen werden die Mörtel von schnellbindendem Cement nach 24 Stunden, die schnellbindenden Cementproben nach 3 Tagen geprüft.

h) Proben von ein und demselben Anmachen werden soweit als möglich so vertheilt, daß die einzelnen Proben zu den oben angegebenen verschiedenen Zeiten geprüft werden. Die jeweils erhaltenen Ergebnisse werden einzeln angegeben und das Mittel gebildet; etwaige Abweichungen sind zu notiren. Man drückt die Ergebnisse so aus, daß man sagt: „Die Zugbruchspannung eines Probekörpers von Achterform beträgt bei 5 qcm Querschnitt so und soviel kg auf 1 qcm."

B. a) Die Normalzugversuche erstrecken sich auf die Normalcement- und trockenen Normalcementmörtelproben, welche in Süßwasser aufbewahrt wurden. Bei der Anfertigung der Proben richtet man sich nach den allgemeinen oben angegebenen, sowie nach den folgenden Regeln:

b) Während des Anmachens sollen Cement, Sand, Luft und Wasser 15 bis 18° haben.

Der trockene Normalmörtel wird in die Form mit Hülfe eines eisernen im Ganzen 35 cm langen Spatels von 25 qcm Schlagfläche und 250 g Gewicht eingeschlagen. Man schlägt zuerst wiederholt in kleinen Schlägen ringsum, dann in der Mitte; dann schlägt man in derselben Weise stärker, so lange bis die Masse anfängt elastisch zu werden und Wasser an der Oberfläche austritt. Das Abstreichen und Glätten erfolgt, wie oben angegeben.

Druckversuche.

Unter Vorbehalt der unten bekannt gegebenen Wünsche schlägt die Kommission die Annahme folgender Regeln für den Druckversuch vor.

A. a) Für die Druckversuche benutzt man die von den Zugversuchen übrigen Hälften der Probekörper. Jede Hälfte wird für sich zerdrückt, aber man giebt die Gesammtbruchlast für die beiden zusammengehörigen Hälften an. Fehlen die Zugversuchsreste, so bedient man sich cylindrischer Probekörper von 45 mm Durchmesser und 22 mm Höhe, welche wie die Zugproben hergestellt und aufbewahrt wurden.

b) Proben, welche Rauhigkeiten oder merkbare Erhöhungen zeigen, werden durch leichtes Reiben auf einer Sandsteinplatte geebnet.

c) Der Apparat zur Prüfung der Druckfestigkeit soll derart gebaut sein, daß die Druckspannung stetig wachsen und der Bruch einer Hälfte in ein bis zwei Minuten erfolgen kann.

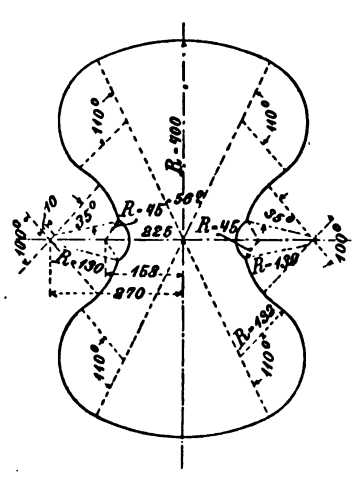
d) Die Versuche werden in denselben Fristen wie die Zugversuche und ebenfalls an je sechs Körpern ausgeführt.

[1]) Die Maße sind in Zehntel-Millimeter angegeben.

Thermometer werthvolle Aufschlüsse liefern; die Kommission wünscht Versuche hierüber angestellt zu sehen; b) sie wünscht auch die Fortsetzung der Abbindeversuche mit Cement- und Mörtelproben.

Zugversuche.

Die Abtheilung schlägt die Annahme folgender Regeln zur Bestimmung der Zugfestigkeit von reinem Cement und Cementmörtel vor:



A. a) Für die Zugversuche benutzt man Proben von 8-form mit 5 qcm Bruchquerschnitt nach nebenstehender Skizze [1]).

b) Die Formen, welche im Schnitt die Gestalt der Proben zeigen, werden auf einen Tisch von polirtem Metall oder Marmor gelegt, nachdem sie ebenso wie die Unterlage gut gereinigt und mit einem fetten Lappen abgerieben wurden. Man füllt 6 Formen mit ein und derselben Mischung bei langsam und 4 Formen bei schnell bindenden Cementen, indem man gleich auf einmal genug Masse zur Ausfüllung der Form einbringt. Man drückt mit dem Finger ein, um keine hohlen Stellen zu lassen und klopft die Form mit dem Spatel, um alle Luftblasen entweichen zu lassen. Dann streicht man ohne Druck mit einem fast horizontal gehaltenen geraden Lineal das Ueberflüssige ab ohne einen Druck auszuüben. Dann glättet man die Oberfläche durch Streichen mit dem über den Rand hinweggeführten Messer. Wenn man mit Cementbrei arbeitet, wartet man mit dem Abstreichen, bis er genügend fest ist.

c) Das Herausnehmen aus den Formen erfolgt, indem man die Formen auf der Unterlage verschiebt, ablöst und entfernt, und zwar 24 Stunden nach dem Anmachen oder, falls man sicher ist, daß das Abbinden eher erfolgt ist, vorher. Auf jeden Fall sind die Proben während dieser 24 Stunden auf der Unterlage in einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft, von möglichst 15—18°, vor Zugluft und direkten Sonnenstrahlen geschützt, zu belassen. Schnellbindende Cementproben werden nach einer Stunde, Mörtelproben von schnellbindendem Cement nach drei Stunden aus der Form genommen.

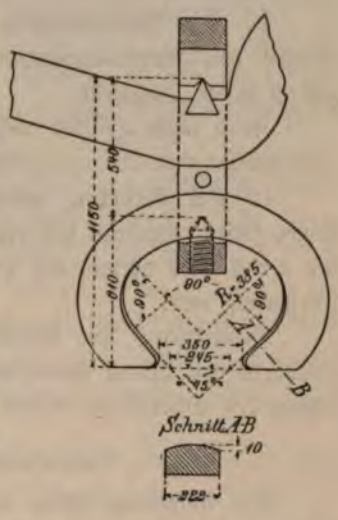
d) Gut ist es, die Probekörper nach dem Herausnehmen zu wiegen, um ihrer Vollkommenheit sicher zu sein.

e) Nach Verlauf der oben angegebenen Fristen setzt man die Proben in das zur Aufbewahrung gewählte Bad ein. Wenn die Probekörper in süßes Wasser eingetaucht werden, soll das Wasser nur 1 m tief sein und alle Wochen erneuert werden.

Wenn sie in Meerwasser eingetaucht werden, so muß die Erneuerung die erste Woche alle zwei Tage und dann jede Woche erfolgen. Während der ersten Woche soll das Wasser mindestens das vierfache Volumen der Probekörper besitzen. Immer ist die Art des Eintauchwassers anzugeben. Bei in Luft aufbewahrten Proben soll die Luft so viel als möglich wassergesättigt erhalten und der Körper vor Zugluft und direkten Sonnenstrahlen geschützt werden. Luft sowohl wie Wasser sind auf 15 bis 18° zu erhalten..

[1]) Die Maße sind in Zehntel-Millimeter angegeben.

f) Der Zugapparat soll derart gebaut sein, daß der auf die Probe ausgeübte Zug allmählich und um 5 kg in der Sekunde steigt. Die Art und Weise des Angriffes der Klauen ist aus nebenstehender Skizze[1]) zu ersehen, welche die thatsächlich im Gebrauch befindliche Form darstellt.



g) Die Proben werden nach 7 Tagen, 28 Tagen, 3 Monaten, 6 Monaten, nach 1, 2 Jahren u. s. w., vom Anmachen an gerechnet, zerrissen. Im übrigen werden die Mörtel von schnellbindendem Cement nach 24 Stunden, die schnellbindenden Cementproben nach 3 Tagen geprüft.

h) Proben von ein und demselben Anmachen werden soweit als möglich so vertheilt, daß die einzelnen Proben zu den oben angegebenen verschiedenen Zeiten geprüft werden. Die jeweils erhaltenen Ergebnisse werden einzeln angegeben und das Mittel gebildet; etwaige Abweichungen sind zu notiren. Man drückt die Ergebnisse so aus, daß man sagt: „Die Zugbruchspannung eines Probekörpers von Achterform beträgt bei 5 qcm Querschnitt so und soviel kg auf 1 qcm."

B. a) Die Normalzugversuche erstrecken sich auf die Normalcement- und trockenen Normalcementmörtelproben, welche in Süßwasser aufbewahrt wurden. Bei der Anfertigung der Proben richtet man sich nach den allgemeinen oben angegebenen, sowie nach den folgenden Regeln:

b) Während des Anmachens sollen Cement, Sand, Luft und Wasser 15 bis 18° haben.

Der trockene Normalmörtel wird in die Form mit Hülfe eines eisernen im Ganzen 35 cm langen Spatels von 25 qcm Schlagfläche und 250 g Gewicht eingeschlagen. Man schlägt zuerst wiederholt in kleinen Schlägen ringsum, dann in der Mitte; dann schlägt man in derselben Weise stärker, so lange bis die Masse anfängt elastisch zu werden und Wasser an der Oberfläche austritt. Das Abstreichen und Glätten erfolgt, wie oben angegeben.

Druckversuche.

Unter Vorbehalt der unten bekannt gegebenen Wünsche schlägt die Kommission die Annahme folgender Regeln für den Druckversuch vor.

A. a) Für die Druckversuche benutzt man die von den Zugversuchen übrigen Hälften der Probekörper. Jede Hälfte wird für sich zerdrückt, aber man giebt die Gesammtbruchlast für die beiden zusammengehörigen Hälften an. Fehlen die Zugversuchsreste, so bedient man sich cylindrischer Probekörper von 45 mm Durchmesser und 22 mm Höhe, welche wie die Zugproben hergestellt und aufbewahrt wurden.

b) Proben, welche Rauhigkeiten oder merkbare Erhöhungen zeigen, werden durch leichtes Reiben auf einer Sandsteinplatte geebnet.

c) Der Apparat zur Prüfung der Druckfestigkeit soll derart gebaut sein, daß die Druckspannung stetig wachsen und der Bruch einer Hälfte in ein bis zwei Minuten erfolgen kann.

d) Die Versuche werden in denselben Fristen wie die Zugversuche und ebenfalls an je sechs Körpern ausgeführt.

[1]) Die Maße sind in Zehntel-Millimeter angegeben.

e) Die Ergebnisse werden für je zwei Hälften getrennt aufgeschrieben; man bildet das Mittel und bemerkt etwaige Abweichungen.

Man drückt die Ergebnisse so aus, daß man sagt: „Die Bruchspannung beträgt bei Bruchhälften der Proben in Achterform so und soviel kg auf 1 qcm."

B. Die Normalversuche auf Bruchfestigkeit unter Druckbeanspruchung werden mit Proben von Normalcementproben und trockenem Normalmörtel, welche zum Zugversuch gedient haben, angestellt.

Falls solche Hälften nicht vorhanden, so kann man cylindrische Proben von 45 mm Durchmesser und 22 mm Höhe verwenden, welche wie die Zugproben hergestellt wurden.

C. Bei Versuchen, welche der Vergleichung von Mörteln mit anderen Materialien dienen sollen, empfiehlt sich vorläufig die Anwendung von Würfeln von 50 qcm Seitenfläche, der Druck wird normal auf eine Fläche gegeben, welche mit einer Seitenfläche der Form in Berührung war.

Bemerkung: Die Kommission wünscht die Untersuchungen über die Zulässigkeit von Cylindern von kleinen Abmessungen zu Druckversuchen fortgesetzt zu sehen, ebenso wie die Einsetzung des Eindrückens mittels Stempel an Stelle des Zerdrückens.

Untersuchung durch Biegung bis zum Bruch.

Die Abtheilung schlägt vor, diese Versuche zu empfehlen, da es von Werth sein würde, sie in die laufenden Untersuchungen der Laboratorien einzureihen.

Die anzuwendenden Regeln sind folgende:

A. a) Man wendet quadratische Prismen von 12 cm Länge und 2 cm Seite an.

b) Alle bei den Zugversuchen gegebenen Anordnungen in Bezug auf die Anfertigung, das Formen, das Auswiegen und die Aufbewahrung der Proben sowie den Verlauf des Versuches selbst gelten auch hier.

c) Das Versuchsstück ruht mit einer Seitenfläche, welche beim Herstellen in Berührung mit der Form war, auf zwei 10 cm von einander liegenden Schneiden, und die Belastung wirkt in der Mitte der Probe mittels leicht abgerundeter Schneide; die Biegemaschine soll eine stetige, um 1 kg in einer Sekunde steigende Belastung der Probe gestatten.

d) Die Ergebnisse sind ebenso wie diejenigen der Zug- und Druckversuche für jede der 6 Proben zu notiren; man giebt das mittlere Ergebniß und etwaige besondere Abweichungen an. Man drückt das Ergebniß aus, indem man sagt: „Die Spannung beim Bruch durch Biegung bei einem prismatischen Probekörper von quadratischem Querschnitt von 2 cm Seite beträgt bei 10 cm Stützweite so und soviel kg."

B. Normalversuche dieser Art erstrecken sich auf Cement- und Mörtelproben, welche in der weiter oben bei den Zugversuchen angedeuteten Weise hergestellt wurden.

Prüfung der Raumbeständigkeit.

Unter Vorbehalt der unten über die Warmversuche geäußerten Wünsche schlägt die Abtheilung die Annahme folgender Regeln vor:

A. a) Die Untersuchung der durch Anwesenheit treibender Elemente im Cement bedingten Formänderungen wird an Cementbrei bei niederen oder hohen Wärmegraden ausgeführt.

B. a) Für Kaltversuche breitet man auf einer Glasplatte einen in der Mitte etwa 2 cm dicken und 10 cm breiten Kuchen mit abgerundetem Rand aus. Die in Wasser zu prüfenden Kuchen taucht man sofort nach der Vollendung unter den bei den mechanischen Versuchen

angegebenen Vorsichtsmaßregeln in Wasser. Entsprechend verfährt man mit den in Luft zu beobachtenden Proben.

Man beobachtet das Aussehen der Proben nach Verlauf der oben bezeichneten Zeiten von 7 und 28 Tagen oder von 3, 6, 12 und 24 Monaten u. s. w.

b) Um die Ausdehnung von Cementproben bei länger andauerndem Eintauchen in kaltes Wasser zu messen, bedient man sich 80 cm langer Proben von 12 cm Seite bei quadratischem Querschnitt, die man senkrecht in runde mit Wasser gefüllte Röhren von 25 cm Durchmesser stellt, wobei die Verlängerung mittels oben auf der Probe drehbar befestigter Zeigerhebelvorrichtung sichtbar gemacht wird.

C. a) Warmversuche werden mit in Metallformen von 0,5 mm Wandstärke geformten cylindrischen Proben von 30 cm Höhe und 30 cm Durchmesser angestellt. Die Form wird in einer Mantellinie gespalten und trägt zu beiden Seiten des Schnittes 15 cm lange feste Nadeln, deren Spitzenentfernung ein Maß für das Treiben giebt.

b) Die so hergerichteten Formen werden zunächst in kaltes Wasser eingesenkt. Wenn das Abbinden erfolgt ist, wird innerhalb der nächsten 24 Stunden das Wasser in etwa 15 bis 30 Minuten auf 100° erhitzt und dieser Wärmegrad 6 Stunden hindurch gehalten; dann läßt man erkalten, um abermals zu messen.

c) Bemerkung: Diese Art der Prüfung ist auf die schnellbindenden Cemente nicht anwendbar.

D. Die normalen Formänderungsversuche erstrecken sich auf die Normalcementproben.

Zum Schlusse spricht die Kommission den Wunsch aus, daß auf Jahre hinaus verlängerte und auf eine große Zahl von Proben besonders der schnellbindenden Cemente ausgedehnte Versuche angestellt werden, welche vollständigere Daten als bisher über die vergleichenden Formänderungsversuche in Kälte und Wärme liefern könnten.

Untersuchung der Ausgiebigkeit.

Die Abtheilung schlägt die Annahme folgender Regeln vor:

A. a) Die Ausgiebigkeit eines Cementbreies wird bezeichnet durch den Rauminhalt des aus 1 kg Cement bei normaler Konsistenz durch das Anmachen gewonnenen Breies. Ebenso wird die Ausgiebigkeit eines Mörtels bestimmt durch den Rauminhalt des bei normaler Beschaffenheit durch Anmachen von 1 kg Cement und Sand in den jeweils gewünschten Verhältnissen erhaltenen Mörtels.

b) Man bestimmt die Ausgiebigkeit durch Einbringen des Cementes oder Mörtels in ein graduirtes, cylindrisches Glasgefäß von 6 cm Durchmesser; das Einbringen erfolgt sogleich nach dem Mischen und unter den zur Verhütung des Lufteinschlusses nöthigen Vorsichtsmaßregeln.

c) Genauer ist die Bestimmung, wenn man Brei in irgend einer Form erhärten läßt und die Gewichte des mit Talg überzogenen Blockes in Wasser und in Luft bestimmt.

B. Der Normalversuch auf Ausgiebigkeit erstreckt sich auf Normal-Cement- und Normalmörtel.

Untersuchung der Porosität (Undichtigkeit).

Wenn auch die Porosität der Cement- und Mörtelproben vorläufig wenigstens nicht genau bestimmt werden kann, so schlägt doch die Abtheilung die Annahme folgender Vorschriften vor:

A. Die Porosität wird gemessen als Verhältniß des Rauminhalts der Hohlräume zum Gesammtrauminhalt, die Hohlräume verstanden als die mit aus der Luft oder sonst angesaugtem Wasser gefüllten Räume[1]), mit Ausschluß des chemisch gebundenen Wassers, welches zu dem festen Theil gehört.

Nennt man V den Gesammtrauminhalt, v das der festen Theile, so wird die Porosität bestimmt als $\frac{V - v}{V}$.

B. a) Zur Bestimmung arbeitet man thunlichst mit Proben von 300 bis 500 ccm.

b) Den Inhalt[2]) v der festen Theile erhält man als Differenz (P — p) des Gewichtes P der trockenen, in Luft gewogenen Probe und des Gewichtes p der wassersatten in Wasser gewogenen Probe.

Zur Herstellung einer völligen Sättigung setzt man die Probe eine Viertelstunde in verdünnte Luft (nicht über 25 mm Quecksilbersäule) und läßt nun unter diesem Luftdruck die Probe sich mit Wasser umgeben; steht das Wasser bis über die obere Fläche der Probe, so läßt man den natürlichen Luftdruck wieder zutreten und wiegt die Probe nach 24 Stunden unter Wasser[3]).

Fehlen die Mittel zur Erzeugung verdünnter Luft, so behilft man sich bei Mörteln, welche dies ohne Schaden ertragen, mit kochendem Wasser. Dazu stellt man die Probe 48 Stunden mit dem Fuß in kaltes Wasser, welches zum Kochen gebracht und 24 Stunden darin erhalten wird. Dann läßt man, ohne die Probe herauszunehmen, erkalten und wiegt nach 24 Stunden, wodurch man das Gewicht p erhält.

Um die Probe auszutrocknen, beläßt man sie solange, bis sie keinen Gewichtsverlust mehr erleidet, in einem Trockenraum bei + 40 bis 50°. Das Gewicht giebt dann den Werth P. Dabei verhütet man den Eintritt der dem Heizapparat etwa entströmenden Kohlensäure in den Trockenraum.

Bei manchen Erzeugnissen wird freilich die derart bewerkstelligte Austrocknung nicht alles Wasser entfernen können, sondern eher das gebundene Wasser vermehren, sodaß eine gewisse Unsicherheit in der Bestimmung der Porosität entstehen kann.

c) Der scheinbare Rauminhalt V kann bei Körpern von geometrisch bestimmten Formen durch direkte Messung erhalten werden, sonst durch Wägen in Luft und in Wasser bei gleichem Sättigungszustand, welcher durch einen leichten Ueberzug von geschmolzenem Talg, den man mit dem Pinsel aufträgt und mit dem Finger ausbreitet, gesichert erscheint. Die Wägung im Wasser muß vor der in Luft erfolgen.

C. a) Der Normalversuch wird mit 28 Tage unter Wasser aufbewahrtem Normalmörtel ausgeführt.

b) Bei Untersuchung von Mörteln verschiedenen Alters und verschiedener Zusammensetzung wendet man Mischungen von 1 : 2 und 1 : 5 und Termine von 7, 28 Tagen, 3, 6, 12 u. s. w. Monaten an.

---

[1]) Es ist also nur die scheinbare Undichtigkeit gemeint; alle Hohlräume werden nicht durch Wasser angefüllt. Die wirkliche Undichtigkeit kann aus dem Dichtigkeitsgrad $d = \frac{\text{Raumgewicht}}{\text{spezifisches Gewicht}} = \frac{r}{s}$ bestimmt werden. Der Undichtigkeitsgrad $u = 1 - d$; wobei s am feingepulverten Material ermittelt wird.

[2]) Scheinbarer Rauminhalt der festen Theile, denn die nicht vom Wasser durchdrungenen Hohlräume werden mitgemessen.

[3]) Auch bei diesem Verfahren werden die Hohlräume nicht ganz gefüllt werden.

c) Jedenfalls ist das Mischungsverhältniß, Alter und Art der Aufbewahrung des Prüfungsmateriales anzugeben.

Prüfung auf Durchlässigkeit.

Die Abtheilung hat mangels genügender Unterlagen keine Regeln für die Bestimmung der Durchlässigkeit für Gase aufstellen können.

Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit werden die folgenden Maßnahmen empfohlen:

A. a) Die Wasserdurchlässigkeit wird ausgedrückt durch die durch einen kubischen Block von 50 qcm Seitenfläche unter den folgenden Bedingungen fließende Wassermenge in Litern für 1 Stunde.

b) Das zur Filtrirung bestimmte Wasser wird durch eine Glasröhre von 3,5 cm Durchmesser und 11 cm Höhe zugeführt, welche senkrecht mittels reinem Cement auf die obere, zum Zwecke der Freilegung des reinen Mörtels aufgerauhte Seite des festgelagerten Blockes aufgekittet ist. Die oben mit einem Kautschukpfropfen geschlossene Röhre wird mit einem der Druckhöhe des Wassers entsprechend hochangebrachten Reservoir in Verbindung gebracht. Diese Fallhöhe wählt man je nach der Durchlässigkeit des Mörtels zu 10 cm, 1 oder 10 m oder, wenn man andere Höhen anwenden muß, wenigstens als ein Vielfaches von 50 cm.

c) Vor Beginn des Versuches ist der Block durch 48stündiges Eintauchen in ein Bad unter den nöthigen Vorsichtsmaßregeln soviel als möglich mit Wasser zu sättigen.

d) Das in einer Stunde durchfließende Wasser wird nach 1, 7, 28 Tagen, 3 Monaten u. s. w. gemessen.

e) Die Messungen werden an drei gleichartigen Blöcken ausgeführt. Man giebt die mittleren, den beiden ähnlichsten Versuchen entstammenden Ergebnisse an.

Zu gleicher Zeit mit den Angaben über die Durchlässigkeit in den verschiedenen Zeiten sind die angewandten Druckhöhen anzugeben.

B. a) Der Normalversuch wird mit unter Wasser aufbewahrtem, 28 Tage altem Normalmörtel ausgeführt.

b) Zu Versuchen mit Mörteln verschiedenen Alters und wechselnder Zusammensetzung sind vorzugsweise plastische Mörtel von 1 : 2 oder 1 : 5 in Terminen von 7 oder 28 Tagen oder 3 Monaten u. s. w. anzuwenden.

c) Jedenfalls sind alle Umstände anzugeben.

Die Kommission äußert den Wunsch nach Versuchen über die Durchlässigkeit der Mörtel für Gas.

Untersuchung der Zersetzung durch Meerwasser.

Obwohl diese Arbeit in den Laboratorien eigentlich im Verhältniß zu den Ergebnissen umständlich ist, so können diese Versuche doch werthvolle Aufschlüsse bringen und sind empfehlenswerth. Deshalb schlägt die Kommission die Annahme folgender Sätze vor:

A. a) Die Versuche werden entweder durch Eintauchen oder durch Filtration gemacht.

b) Man wendet für die Eintauchversuche Normalprobekörper von Achterform an, welche 24 Stunden nach der Herstellung in ein während der ersten Woche alle 2 Tage, dann alle 8 Tage erneuertes Bad von Meerwasser gelegt werden. Während der ersten Woche soll der Inhalt des Bades mindestens 4mal so groß als der Inhalt des Probekörpers sein.

c) Man wendet für die Filtrirversuche würfelförmige, den bei der Prüfung auf Wasserdurchlässigkeit ähnliche und ebenso hergestellte Proben an; auch die Wasserdruckhöhe beträgt wie dort 10 cm, 1 oder 10 m.

Man arbeitet mit 2 Reihen von Körpern, von denen die einen in Luft, die anderen ganz und gar in Meerwasser eingetaucht aufbewahrt werden.

d) In Ermangelung von natürlichem Meerwasser bedient man sich eines künstlichen von folgender Zusammensetzung:

$NaCl$	30 g
$MgSO_4, 7H_2O$	5 g
$MgCl_2, 6H_2O$	6 g
$CaSO_4, 2H_2O$	1,5 g
$KHCO_3$	0,2 g
Destillirtes, Regen- oder abgekochtes Flußwasser .	1000,—.

e) Reihen von 8förmigen sowie von würfelförmigen Körpern werden in süßem Wasser als Vergleichsobjekte aufbewahrt.

f) Man drückt die Ergebnisse der Versuche durch folgende Angaben über die Proben und die Vergleichsobjekte aus:

1. Veränderung des Aussehens der Probekörper.
2. Widerstand gegen Zug und Druck bei den eingetauchten und gegen Druck bei den dem Filtriren unterworfenen Proben.
3. Chemische Zusammensetzung.

Die Versuche werden jenachdem nach einer bestimmten Zeitdauer oder nach verschiedenen wie oben angegebenen Zeiten, gemacht.

B. a) Der Normalversuch wird an plastischem Normalmörtel ausgeführt; für Filtrirversuche arbeitet man mit in Meerwasser aufbewahrten Proben von 28 Tagen.

Für Versuche mit Mörteln verschiedenen Alters und verschiedener Zusammensetzung empfehlen sich Mischungen von 1 : 2 und 1 : 5 sowie Termine von 7 und 28 Tagen und 3 Monaten u. s. w. Die betreffenden Umstände sind auf jeden Fall zu vermerken.

Prüfung des Haftvermögens.

Die Abtheilung schlägt die Annahme folgender Regeln vor, wobei sie jedoch bemerkt, daß einige unter ihnen, da sie nur auf eine verhältnißmäßig geringe Zahl von Versuchen gestützt sind, keine endgültigen sein sollen.

A. Um das Haftvermögen der Cemente zu prüfen, unterwirft man Proben von Achterform, welche mit Hülfe der bei den Zugversuchen gezeichneten Formen hergestellt sind, dem Zugversuche, wobei je eine Formhälfte mit je einem der beiden zu prüfenden Cemente gefüllt wird. Man lehnt sich bei diesen Versuchen an folgende Regeln an:

B. a) Zu dem Normalversuch zur Vergleichung des Anhaftens verschiedener Cemente an eine und dieselbe Materie werden Normalblöcke aus einem Mörtel hergestellt, welcher aus 1 Gewichtstheil durch das 900-Maschensieb gegangenem Portland-Cement und aus 2 Gewichtstheilen des oben als „gemischter Normalsand" bezeichneten Sandes besteht.

Der Mörtel wird mit 9% Wasser angemacht und sehr stark in die vorläufig auf der Unterseite mit einer beweglichen Metallplatte versehene Form eingestampft. Die Blöcke werden nach 24 Stunden in gewöhnliches Wasser getaucht und bis zum Gebrauche und mindestens 28 Tage darin belassen. Wenn man sie brauchen will, läßt man sie trocknen, dann glättet man die Haftfläche mit Schmirgelpapier.

b) Man wendet zu diesen Versuchen den plastischen Normalmörtel an, welcher durch einfaches Eindrücken mit dem Spatel in die Form, deren unterer Abschluß von dem Normalkörper gebildet wird, gebracht wird. Das Herausnehmen der fertigen Probe, welche nun aus dem Normalblock und dem daran haftenden Normalmörtelblock besteht, geschieht nach vollendetem Abbinden.

c) In Bezug auf die Zahl der Versuche, die Aufbewahrung der Proben, die Untersuchungsperioden, die Art der Prüfung und die Darstellung der Ergebnisse schließt man sich an die beim Zugversuch gegebenen Regeln an.

C. Bei der Prüfung des Haftvermögens ein und desselben Cementes an verschiedene Materialien nimmt man die obigen Regeln gleichfalls an, indem nur an die Stelle des oben benutzten Normalblockes Blöcke aus den verschiedenen Materien treten.

Ist die Masse formbar, so kann man ein Stück in einer Form herstellen, wie einen Normalblock.

Ist die Masse fest, so bereitet man sich eine mehrere Millimeter dicke Platte, welche eine gut gearbeitete Fläche hat, welche man als Boden der Form benutzt, und vollendet den Block, indem man die Form mit reinem Cement auffüllt.

Kann man von plastischem Normalmörtel keinen Gebrauch machen, so giebt man die Zusammensetzung des benutzten Mörtels an.

Untersuchung der Kalke.

Hydraulischer Kalk.

In Hinsicht auf die Schwierigkeit, welche es macht, für die Zurückführung des Stückkalkes auf die Pulverform Regeln aufzustellen, welche erlauben, die Ergebnisse der Prüfungen in den Laboratorien mit den in den Werken und Gruben ausgeführten Versuchen zu vergleichen, glaubt die Abtheilung sich darauf beschränken zu müssen, ihre Beschlüsse nur für die in Pulverform angelieferten Kalke zu geben.

1. Feinheit des Pulvers.

Dieselben Regeln wie bei Bestimmung der Mahlungsfeinheit der Cemente, außer was das 4900-Maschensieb anlangt, welches die Abtheilung durch ein 2025-Maschensieb zu ersetzen vorschlägt, welches wie folgt, hergestellt ist: Anzahl der Maschen auf 1 qcm: 2025, Zahl der Drähte auf 1 cm 45, Dicke der Drähte 0,10 mm.

2. Spezifisches Gewicht.

Dieselben Regeln wie beim Cement.

3. Raumgewicht.

Dieselben Regeln wie beim Cement.

Die Versuche sollen sich auf den gepulverten hydraulischen Kalk, wie er geliefert wird, und auf die feinste Pulverung, welche das 2025-Maschensieb passirt hat, erstrecken.

Chemische Analyse. Untersuchung der Gleichmäßigkeit.

Wie beim Cement.

Normalkalkproben.

Wie beim Cement.

Normalmörtel.

A. Dieselben Regeln wie beim Cement.

B. a) Man benutzt für die Bruchfestigkeitsuntersuchung zwei trockne, für die anderen Prüfungen zwei plastische Normalmörtel.

b) Die Normalmörtel werden aus ein Theil Kalk auf 3 Theile Sand (250 und 750 g) oder aus ein Theil Kalk auf 5 Theile Sand (167 und 835 g) hergestellt und 5 Minuten mit dem Spatel gemischt, indem wie beim Cement 1 kg Masse benutzt wird.

c) Die trocknen Normalkalkmörtel werden mit Normalsand einer Korngröße hergestellt. Die Menge des Anmachewassers sei 45 g; dazu kommt $^1/_6$ derjenigen Menge, welche nöthig ist, um 1 kg Kalk in den Zustand einer Normalprobe zu bringen, wenn es sich um die Mischung 1 : 3 handelt, und $^1/_9$ dieser Menge, wenn es sich um die Mischung 1 : 5 handelt.

d) Die plastischen Normalmörtel werden nach den bei den Cementmörteln angegebenen Regeln mit gemischtem Normalsand hergestellt.

C. Für alle anderen als Normalversuche empfiehlt sich vorzugsweise eine Mischung von 1 Gewichtstheil Kalk auf 4 Theile Normalsand.

Ebenso wie oben bei den Cementen äußert die Kommission den Wunsch, daß, auf Grund einer internationalen Verständigung, plastische Normalmörtel für die Versuche aller Art, mit Ausschluß der trocknen Normalmörtel, angewandt werden möchten.

Abbindeversuche.

Wie bei den Cementen.

Prüfung der Bruchfestigkeit (Zug, Druck, Biegung).

Dieselben Regeln wie bei den Cementen, abgesehen von den folgenden Abweichungen:

a) Die Proben werden soweit als möglich nach 24 Stunden aus den Formen genommen und in das zur Aufbewahrung bestimmte Medium gebracht, nachdem sie 2, 4 oder 7 Tage, von dem Beginn der Vollendung gerechnet, in der Luft aufbewahrt wurden. Jedenfalls ist dies bei den Ergebnissen mit zu bemerken.

b) Die Normalbruchversuche erstrecken sich auf die trockenen Normalmörtel der Mischung 1 : 3 und 1 : 5, welche in weichem Wasser aufbewahrt wurden; mit Kalkproben allein werden Versuche nicht ausgeführt.

Untersuchung der Raumbeständigkeit.

Wie bei den Cementen; nur soll die Wärme des Wassers bei den Warmversuchen statt 100 nur 50° betragen.

Prüfung der Ausgiebigkeit, der Porosität und der Durchlässigkeit.

Wie beim Cement. Als normal gelten plastische Normalmörtel 1 : 3 und 1 : 5.

Zersetzung durch Meerwasser.

Wie beim Cement; nur die Frist vor dem Eintauchen der Probekörper gehe von 24 Stunden auf 2, 4 oder 7 Tage, wie bei den Festigkeitsversuchen.

Die Normalversuche erstrecken sich auf Mischungen von 1 : 3 und 1 : 5.

Haftvermögen.

Wie beim Cement; die Normalversuche erstrecken sich auf plastische Normalmörtel einer Mischung von 1 : 3 und 1 : 5.

Fettkalke.

Bei dem Stand der Fettkalkfrage glaubt die Abtheilung sich auf die Annahme der folgenden Regeln beschränken zu sollen.

A. Die Untersuchung der Fettkalke in Hinsicht auf den Grad der Reinheit umfaßt die chemische Analyse und wenn ein hoher Grad der Genauigkeit nicht nöthig, das Schlämmen.

Die für die chemische Analyse der Cemente gegebenen Regeln sind auch hier anwendbar.

a) Für die Untersuchung durch Schlämmen macht man einen bestimmten Theil Stückkalk zu einem Brei an und läßt durch diesen einen Strom Wasser laufen, wobei man sorgt, daß die fremden Bestandtheile nicht verloren gehen. Das Verhältniß dieser Bestandtheile zur gesammten untersuchten Masse giebt ein Maß für die Reinheit des Kalkes.

B. Die Ausgiebigkeit der Fettkalke wird bestimmt indem man mit 1 kg Stückkalk unter den beim Cement gegebenen Bedingungen arbeitet. Hierbei wird der Kalk zuerst durch Eintauchen abgelöscht und dann auf die normale Beschaffenheit gebracht.

Die Kommission möchte das Studium der Fettkalke verfolgt wissen.

Puzzolancement.

Da die Puzzolane erst seit wenigen Jahren methodischen Untersuchungen, und noch dazu sehr unvollkommenen, unterworfen worden sind, so haben die Beschlüsse, zu welchen die Kommission gelangt ist, indem sie theilweise aus denen für den Cement und den Kalk hergeleitet wurden, nicht alle die Bestätigung durch die Prüfung erfahren. Sie sollen überdies nicht den Charakter endgültiger Beschlüsse tragen.

Traß.

Herstellung der Proben.

Die Proben zu den Versuchen sind zu pulverisiren.

Das Pulver soll einen Rückstand von 25% auf dem 900-Maschensieb, und von 40 bis 50% auf dem 4900-Maschensieb lassen; die durch das Sieb zurückgelassenen groben Körner sind neuerdings zu reiben, bis die Bedingungen in Bezug auf Feinheit erfüllt sind.

Feinheit der Mahlung, spezifisches Gewicht, Raumgewicht und chemische Analyse.

Wie bei den Cementen.

Untersuchung der Gleichmäßigkeit.

A. Die Lupe kann zur Bestimmung des Gleichmäßigkeitsgrades gut gebraucht werden. Die Bestimmungen für die Cemente gelten auch hier.

B. Der Gehalt an Bimstein und erdigen Materialien kann durch eine Art Läuterungsprozeß bestimmt werden. Dazu schüttet man den Traß in Wasser und schüttelt stark um; der Traß schlägt sich nieder, die erdigen Bestandtheile trüben das Wasser und der Bimstein schwimmt oben.

Herstellung des Normalbreies und Normalmörtels.

a) Die Normalversuche von Traßbrei und Mörtel erstrecken sich auf Normaltraß-Kalkbrei, sowie auf den Normaltraß-Kalk-Sandmörtel.

b) Man wendet zur Herstellung des Breies und des Mörtels reinen gelöschten, durch Kalcination des Marmors gewonnenen Fettkalk, gemischten Normalsand und weiches Wasser an. Benutzt wird 1 kg trockene Masse, welche wie beim Cement angegeben, gemischt wird.

c) Für den Normal-Traß- und Kalkbrei macht man 666 g Traß und 334 g gepulverten Kalk mit soviel Wasser an, daß die von der Sonde nicht durchdrungene Schicht unter den bei dem Cement angegebenen Bedingungen 30 mm beträgt.

Für den Normalmörtel aus Traß, Kalk und Sand macht man 333 g Traß, 167 g gepulverten Kalk und 500 g Sand mit soviel Wasser an, daß eine breiige Beschaffenheit erreicht wird.

Prüfung des Abbindens.

Traß-Kalk-Proben.

Bedingungen wie beim Cement. Im übrigen vervollständigt man die Angaben über das Abbinden durch Bezeichnung der Last, welche man auf die Vicatsche Nadel aufsetzen muß, um ein Eindringen von 5 mm nach 2, 3, 4 und 5 Tagen zu ermöglichen.

Traß-Kalk-Sandmörtel.

A. Wie bei den Cementen.

B. Der Normalabbindeversuch erstreckt sich auf den normalen Traß-Kalk-Sandmörtel unter Eintauchen.

Bruchversuche (Zug, Druck, Biegung).

Wie bei den Cementen, aber unter den folgenden Abänderungen:

a) Die Proben werden nach 24 Stunden aus der Form genommen und in das zur Aufbewahrung gewählte Medium eingesetzt, nachdem sie 2, 4 oder 7 Tage, von der Anfertigung an gerechnet, in der Luft verblieben waren. Der Zeitraum ist mit den Versuchsergebnissen anzugeben.

b) Die Normalversuche erstrecken sich auf den Normaltraß-Kalkbrei und auf den normalen Traß-Kalk-Sandmörtel, welcher in Wasser aufbewahrt wurde. Ist der Mörtel plastisch, so stellt man die Formstücke, wie beim Cement angegeben, her.

Ausgiebigkeits-, Porositäts-, Durchlässigkeitsversuche; Zersetzung durch Meerwasser und Haftvermögen.

Wie beim hydraulischen Kalk.

Normalversuch mit Traß-Kalkproben, und für die anderen normalen Versuche Normalmörtel aus Traß, Kalk und Sand.

Untersuchung der übrigen Puzzolane.

Die Kommission möchte die angegebenen Traßuntersuchungsmethoden auch in Richtung auf die übrigen Puzzolane verfolgt wissen und kann mangels genügender Unterlagen nur empfehlen, diese Methoden unter den für jeden besonderen Fall passenden Vorsichtsmaßregeln anzuwenden.

Sanduntersuchungen.

Die Abtheilung schlägt die Annahme folgender Anordnungen für die Untersuchung der zur Herstellung der Bindemittel benutzten Sandsorten vor:

Korngröße und Kornform.

Nachdem man durch Absieben durch ein mit Löchern von 5 mm Durchmesser versehenes Blech Kies und Steine entfernt hat, theilt man den Sand mit Hülfe von 2 mit Löchern von 2, bezw. 0,5 mm Durchmesser versehenen Blechen in drei Theile.

1. Grober Sand, durch das 5 mm-Sieb gehend und auf dem 2 mm-Sieb liegen bleibend.

2. Mittlerer Sand, durch das 2 mm-Sieb gehend und auf dem 0,5 mm-Sieb liegen bleibend.

3. Feiner Sand, durch das 0,5 mm-Sieb gehend.

Die Zusammensetzung in Bezug auf die Korngröße wird ausgedrückt durch die Prozentzahlen der drei Sorten, welche in der Gewichtseinheit Sand enthalten sind.

Die abgesiebte Menge von Kies und Steinen wird gleicherweise in Prozenten der Gesammtmenge ausgedrückt.

Man giebt gleichzeitig mit der Korngröße auch die Kornform an (rund, kantig, splitterig, ausgehöhlt, muschelig u. s. w.).

Dichte.

a) Die absolute Dichte (spezifisches Gewicht) wird durch irgend eine der für pulverförmige Körper gebräuchlichen Methoden bestimmt.

b) Das Raumgewicht wird bestimmt durch Abwiegen eines cylindrischen Meßgefäßes von 1 l Inhalt bei 10 cm Höhe, welches wie folgt gefüllt wurde:

Der oben erwähnte Siebtrichter, vervollständigt durch ein an der inneren Mündung angebrachtes Deckglas wird 3 cm über das Meßgefäß gestellt und mit etwa $1^1/_2$ l Sand gefüllt. Man entfernt das Deckglas, um den Sand auslaufen zu lassen und nach Vollendung des Auslaufens (wenn die Spitze des auf dem Meßgefäß gebildeten Kegels die Mündung des Trichters erreicht hat) setzt man das Deckglas wieder ein, und entfernt den überschüssigen Sand, indem man mit einem ganz geraden, senkrecht gehaltenen Lineal über das Meßgefäß streicht. Während des Vorganges soll weder Erschütterung noch Stoß auftreten. Man bildet das Mittel aus fünf aufeinander folgenden Versuchen.

Mineralogische Prüfung.

Man trennt durch Schlämmen und wiegt die erdigen (terreuses) und allerfeinsten (impalpables) im Sand enthaltenen Theile nach dem Trocknen. Ihr Gewicht wird in Prozenten der ursprünglichen trockenen Sandmenge angegeben.

Mit den Ergebnissen der mineralogischen Prüfung giebt man zugleich den Gleichmäßigkeitsgrad an.

Prüfung des Sandes im Gebrauch.

a) Diese Untersuchung erfolgt mit plastischen Mörteln aus ein Theil desselben Cementes oder desselben Kalkes und ein Theil des zu untersuchenden Sandes im Vergleich zu Mörteln aus ein Theil Cement oder ein Theil Kalk und ein Theil Normalsand.

b) Zu vermerken sind alle die Versuchsbedingungen, besonders auch, ob der Sand nach Gewichts- oder nach Raumtheilen zugesetzt war.

Prüfung des Gipses.

Bei dem jetzigen Stand der Gipsuntersuchung glaubt sich die Abtheilung auf die Annahme der folgenden Regeln beschränken zu sollen:

A. Feinheit der Mahlung. Der Feinheitsgrad wird durch das 4900-, 900- und 324-Maschensieb, wie oben angegeben, und durch das 144-Maschensieb (Handelsnummer 30) bestimmt, indem man sich den obigen, beim Cement gegebenen Regeln anschließt.

B. Die chemische Analyse geht wie beim Cement vor sich.

C. Abbindeversuche.

Man geht wie bei den Cementen vor, indem man mit einem je nach der Art und der Bestimmung des zu untersuchenden Gipses gewählten Wasserquantum anrührt. Man giebt diese Menge, sowie die Beschaffenheit des so erreichten Breies (womöglich durch den Sonden-

versuch) an. So oft die Umstände es gestatten, wendet man vorzugsweise Wassermengen von 40, 50 oder 60 % des Gipses an.

Ausgiebigkeitsuntersuchung.

Wie bei den Cementen, mit den zu den Abbindeversuchen mit Gips verwendeten Mischungen.

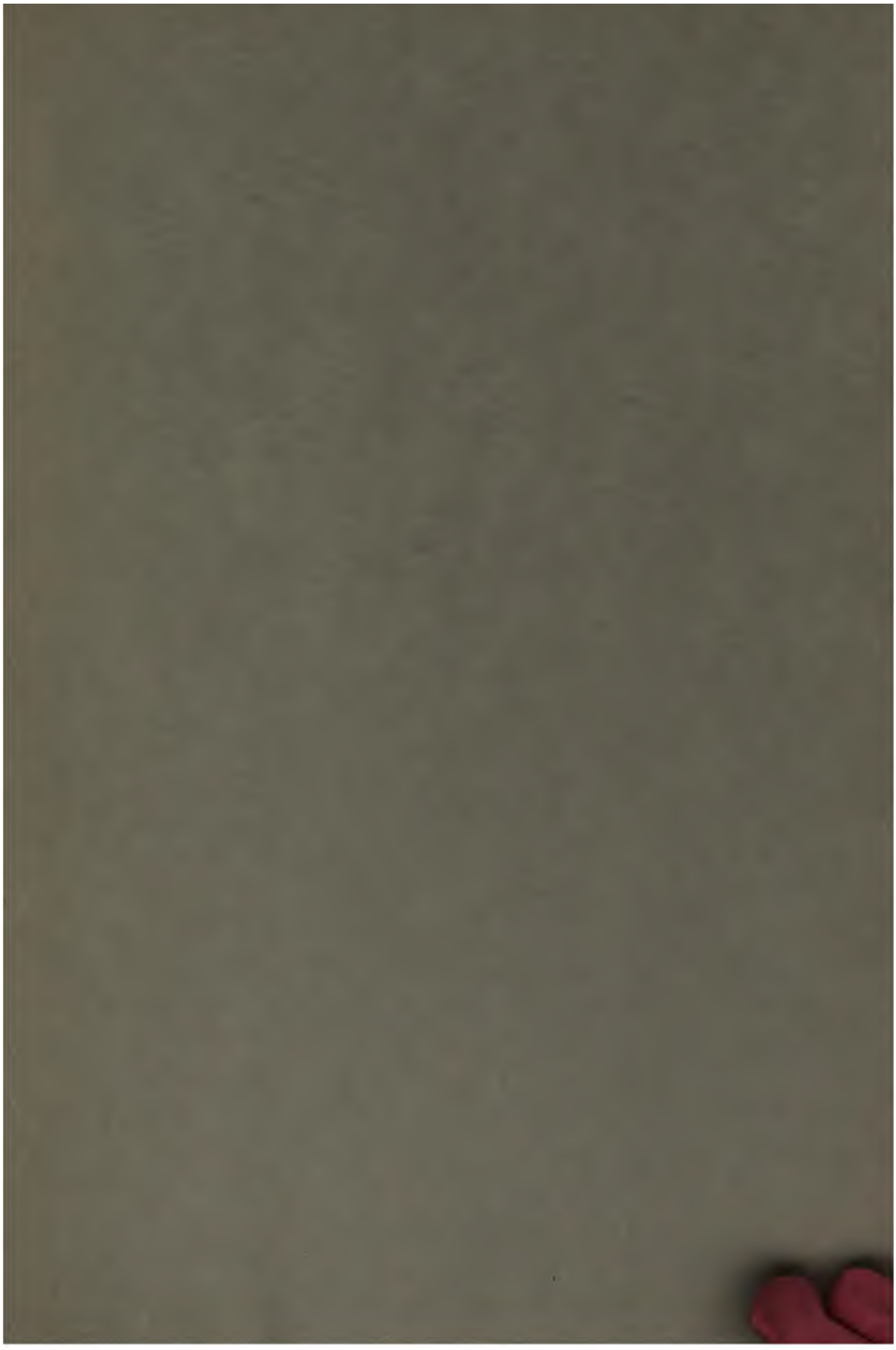
Die Kommission wünscht die Vervollständigung dieser Studien über den Gips und lenkt die Aufmerksamkeit besonders auf den Werth der Untersuchungen des Widerstandes des Gipses gegen die Einwirkung der Luft, auf seine Formänderungen, (Treiben und Schwinden) und sein Haftvermögen.

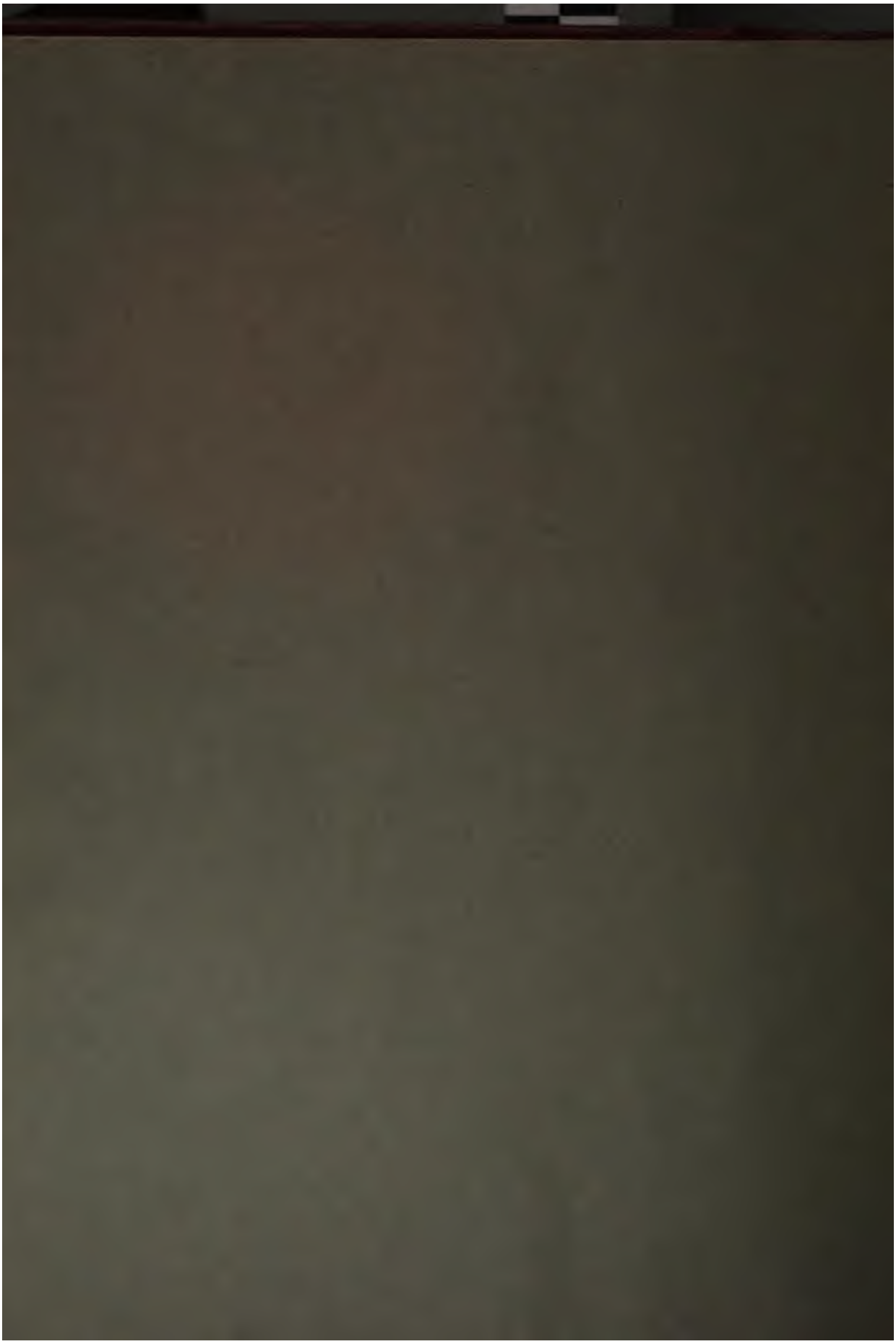
Allgemeiner Wunsch.

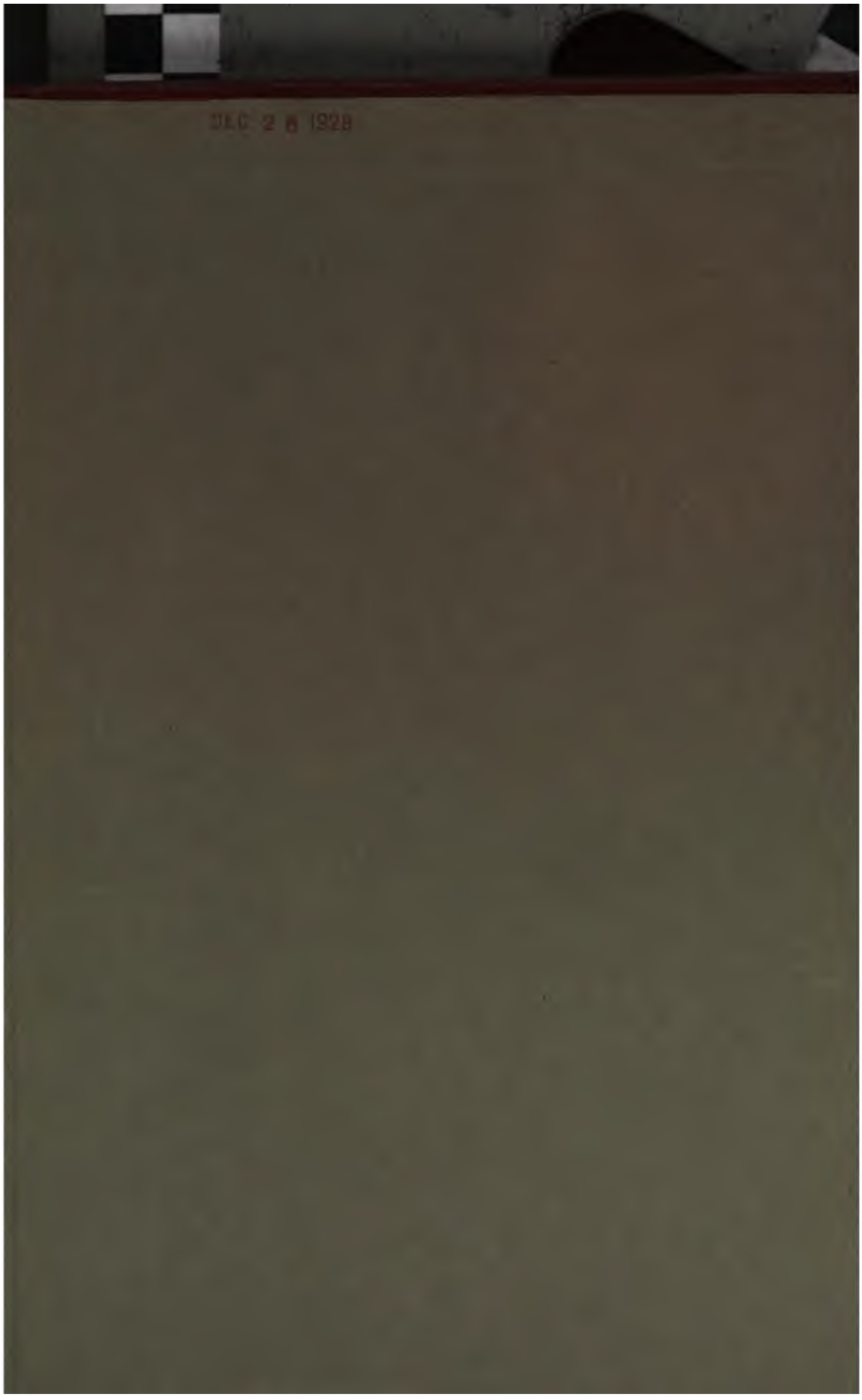
Die Abtheilung möchte den Wunsch äußern, daß die Verwaltungen soviel als thunlich die Studien der bei der Abnahme von Cement und Kalk wichtigen Bedingungen fördern. Man könnte dabei die Arbeiten der Kommission und die Ergebnisse der Untersuchungen, welche den Gegenstand der oben geäußerten Wünsche der Abtheilung bilden, benutzen.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.






DEC 2 8 1928